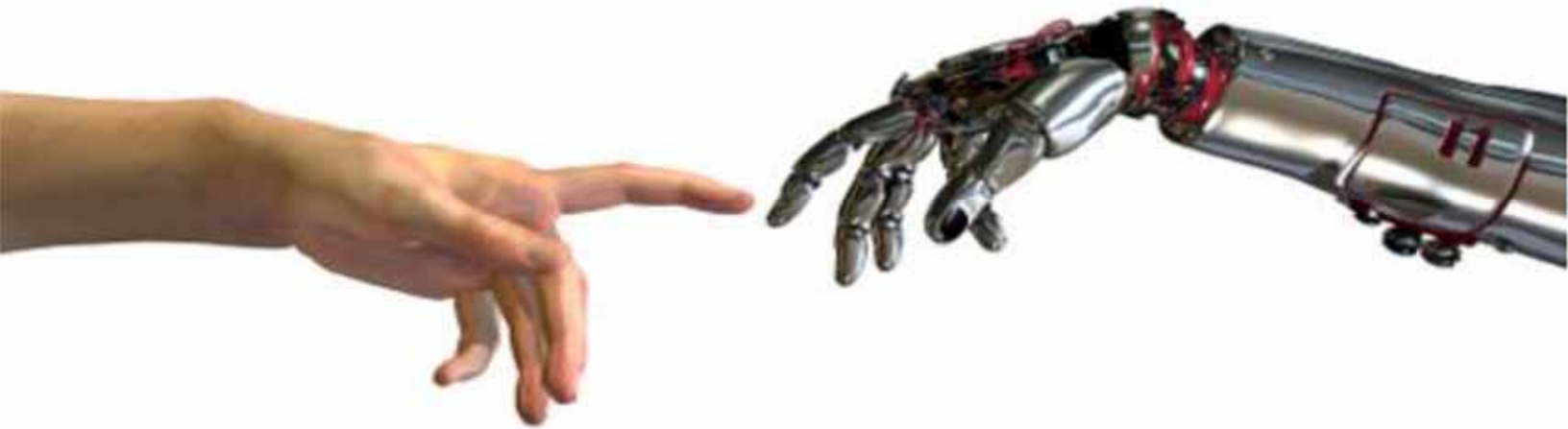


# ***Arquitectura y diseño: nuevas tecnologías.***

Antonio Toca Fernández



Universidad Autónoma Metropolitana  
2018

Tesis para optar por el grado de Doctor

Línea de investigación: nuevas tecnologías

*Director de Tesis:* Dr. Jorge Sánchez de Antuñano B.

Jurado:

Dr. Anibal Figueroa Castrejón

Dr. Alberto González Pozo

Dr. Luis Carlos Herrera Gutiérrez de Velasco

**Introducción.....4**

**1er. Capítulo: pasado**

1.1 El diseño antes del diseño .....	7
1.2 La naturaleza del diseño .....	25
1.3 Desarrollo de la conciencia y de los artefactos .....	37
1.4 Diseño y arquitectura.....	49
1.5 Arquitectura: origen y característica .....	71
1.6 Arquitectura: metamorfosis y crisis.....	83
1.7. Escuelas de diseño.....	101

**2o. Capítulo: presente**

2.1.Arquitectura: cambiamos el oficio o cambiamos de oficio .....	111
--	-----

**3er. Capítulo: futuro**

3.1.Hacia un nuevo entorno .....	191
3.2.Un principio de esperanza: nuevas tecnologías.....	203

## Introducción

El arquitecto Antonio Gaudí definió: *Originalidad es volver a los orígenes; de modo que original es aquel que con nuevos medios vuelve a la simplicidad de las primeras soluciones* (1). Esa reflexión ha sido la guía para esta investigación que se propuso volver a los orígenes de la arquitectura y el diseño para poder definir el futuro de esas actividades, con el apoyo de los nuevos medios. El significado de "investigar" proviene de *vestigio* o *huella*. La raíz de la palabra "investigar" indica que el progreso es posible a través del conocimiento de las huellas; del origen.

Como la tesis se realizó en la *División de Ciencias y Artes del Diseño* donde -desde 1974- se integraron diversas actividades del diseño -incluida la arquitectura- se buscó corroborar la hipótesis de que: *El diseño es una actividad que se manifiesta en diversas escalas y formas, y que la arquitectura es una de ellas.*

Para corroborar esa hipótesis, el 1er. Capítulo de la investigación se enfocó a la búsqueda de información sobre el origen del diseño, se analizó su evolución prehistórica, y se comprobó -con numerosas evidencias arqueológicas- que el diseño es una de las actividades más antiguas del hombre; que tiene muy diversas escalas y especializaciones, y que la arquitectura es una de ellas.

Se investigó también la profunda relación de la naturaleza de los artefactos y las diferencias entre el diseño natural -la configuración que une lo animado y lo inanimado- y el diseño realizado por el hombre; del cual se presenta una definición general. Se investigó después la transformación que se ha dado en la evolución simultánea del hombre, su conciencia y los artefactos que ha diseñado y fabricado. Se analizaron las características del diseño y de la arquitectura, y se comprobó que la actividad del diseño se manifiesta en diversas formas, incluida la arquitectura, cuyo su origen es más reciente. Se exponen las metamorfosis y la crisis que se han producido, desde la institucionalización de la enseñanza y la práctica de la arquitectura, su grave situación

actual, y la resistencia a cambiar la ideología vigente de la profesión que impide actualizar sus actividades, para adecuarlas a la realidad de la práctica, para que el arquitecto recupere las tareas y responsabilidades que ha abandonado.

El recorrido por las experiencias en las principales escuelas de diseño en el siglo XX reveló valiosas aportaciones, que integraron numerosas actividades del diseño, incluidas las realizadas por los arquitectos.

En el 2º. Capítulo se muestran diversas metodologías que se han desarrollado para mejorar la enseñanza y la práctica de la arquitectura, hasta las más recientes en las que se han incorporado las tecnologías electrónicas (1992-2002), que han modificado la realización de los proyectos y las obras. Esa 1ª. revolución ha avanzado a una 2ª. que modificará nuestra manera de pensar, porque la complejidad de las formas físicas que se están creando expresan también una nueva forma de inteligencia artificial, definida desde 1969 como una *nueva ciencia*: el diseño.

En el 3er. Capítulo se analizan los cambios profundos en todas las actividades humanas, por la acelerada introducción de la inteligencia artificial y las nuevas tecnologías de la información gráfica; que están definiendo una época diferente de todas las anteriores. Se analizó también la situación de la investigación y la práctica de la arquitectura y la necesidad de integrarla con la enseñanza.

Con esos antecedentes se propone la creación de un *Centro de Diseño* en la Universidad Autónoma Metropolitana, y se sugieren algunas tareas de investigación aplicada; para mejorar con las nuevas tecnologías la enseñanza y la práctica en arquitectura.

Los tres capítulos corresponden a diversas etapas en el tiempo, y las síntesis se presentan secuencialmente. Los textos en inglés que se citan son traducciones propias. La bibliografía permite ampliar la información sobre algunos temas.

1. Gaudí A. (1983) *Manuscritos, artículos*. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos. Murcia, p.93

*A Jorge por su invaluable y constante ayuda, y a los miembros del jurado por sus sugerencias, que mejoraron esta tesis*

*A María Elena con amor y agradecimiento, a mis hijos y nietos.*

**1er: Capítulo: *pasado***

*Conocer el pasado permite comprender el presente y actuar de manera más objetiva en un futuro complejo e incierto.*

### **1.1 El diseño antes del diseño.**



fig. 1 Hacha de mano, 1.2 millones de años aC.

### **Sinópsis:**

*En Google la palabra design tiene 23,390,000,000referencias. Ese impresionante número revela que el término abarca una gran variedad de significados. Por contraste, la palabra architecture tiene 2,910,000,000; y en español esas palabras tienen menos referencias. Esa enorme cantidad permite una hipótesis, que necesariamente se intentará probar: El diseño es una actividad que se manifiesta en diversas escalas y formas, y la arquitectura es una de ellas.Esa hipótesis contradice la definición más antigua y aceptada de la arquitectura; que es tanto el proceso, como el producto de planear y construir edificios firmes, útiles y bellos.*

*La definición actual de la palabra diseño no ha permitido comprender que la actividad que denota surgió y ha sido resultado de la evolución del hombre y de sus artefactos, herramientas, edificios, utensilios, y de cualquier objeto construido o fabricado, como algunas piedras labradas hace 3.3 millones de años.*

*Todas las evidencias sobre la evolución humana muestran que la fabricación de artefactos fue paralela al aumento de ciertas zonas cerebrales. Platón (427-347 a. C.) sintetizó esa actividad con una palabra: *poiésis* - *ποίησις*- hacer o crear- que es un saber práctico. Aristóteles (384-322 a.C.) cuyas ideas y definiciones han sido fundamentales en la cultura Occidental, retomó el término y detalló aún más su significado.*

*La invención de la escritura permitió que el conocimiento, antes confinado en cada persona, se pudiese almacenar y compartir; aunque sólo fuera por el reducido grupo de gente que podía leer. Saber que la eliminación de la palabra *poiésis*, y su sustitución por un sinónimo realizada durante el siglo I en Roma, es fundamental para poder comprender sus efectos posteriores que, entre otros, han impedido entender que la actividad del diseño se ha realizado desde hace millones de años. La elección de la palabra latina *ars*, para sustituir a *poiésis*, fue importante porque ha sido y sigue siendo fundamental en la cultura Occidental.*

*La actual definición de diseño tiene muchas ambigüedades. Surgió sin que se reconociera que es una actividad prehistórica; sin que se le relacionara con *poiésis* o *ars*, y sin una historia que le diera credibilidad ante las ciencias y las bellas artes ya instituidas. El término -diseño- es una derivación de la palabra griega *sema* y de la latina *signum* (de-*signum*) que se refería sólo al dibujo, y que se ha transformado en una actividad interdisciplinaria; que incluye sus diferentes escalas, características y límites.*

### ***Diseño: su origen prehistórico.***

En Google la palabra *design* tiene 25,270,000,000 referencias. Ese impresionante número revela que el término abarca una gran variedad de significados. Por contraste, la palabra *architecture* tiene 13,680,000,000; y en español esas palabras tienen menos referencias (1). Es muy significativo que la palabra *design*, cuyo origen es relativamente reciente tenga esa enorme cantidad de referencias.

Eso permite una hipótesis, que necesariamente se intentará probar: *El diseño es una actividad que se manifiesta en diversas escalas y formas, y la arquitectura es una de ellas.* Esa hipótesis contradice la definición más antigua y aceptada de la arquitectura; que es tanto el proceso, como el producto, de planear y construir edificios firmes, útiles y bellos (2). En arquitectura, la actividad de planear implica la ayuda de croquis, dibujos y modelos para definir la forma y características de edificio que, significativamente, se define ahora como la acción de *diseñar*.



Hay que aclarar que la definición actual de la palabra *diseño* no ha permitido comprender que la actividad que denota surgió y ha sido resultado de la evolución del hombre y de sus artefactos, herramientas, edificios, utensilios, o de cualquier objeto construido o fabricado. Lo que actualmente conforma nuestro entorno -que algunos definen como "artificial"- es en realidad parte del mundo natural y constituye, de hecho, *un mundo dentro del mundo*. Un mundo creado por el hombre en todas las diferentes escalas de los artefactos que nos rodean y que han condicionado nuestra evolución, como nosotros hemos condicionado también la forma de ese mundo artificial.

La actividad del *diseño* ha sido la que ha conformado nuestro entorno y eso permite comprender la amplitud de su alcance; de hecho es tanto una actividad, como un campo de conocimiento diferente al de las ciencias; porque el *diseñador* conoce para actuar y transformar el entorno, y el *científico* lo analiza para explicarlo.

Las diversas definiciones que se han dado sobre el *diseño* se remontan a la aparición de la escritura y más específicamente a la redacción de textos. Antes de eso sólo se realizó la actividad, sin que queden registros de cómo evolucionó; excepto por los artefactos que aún existen, cuyo origen prehistórico se puede fechar con diferentes criterios: desde 3.3 millones de años, con el uso de piedras labradas; 800,000 años con el control del fuego, que dio origen a la cerámica; o 400,000, con la fabricación de herramientas de piedra -de simetría refleja- como navajas para cortar y raspar (3).

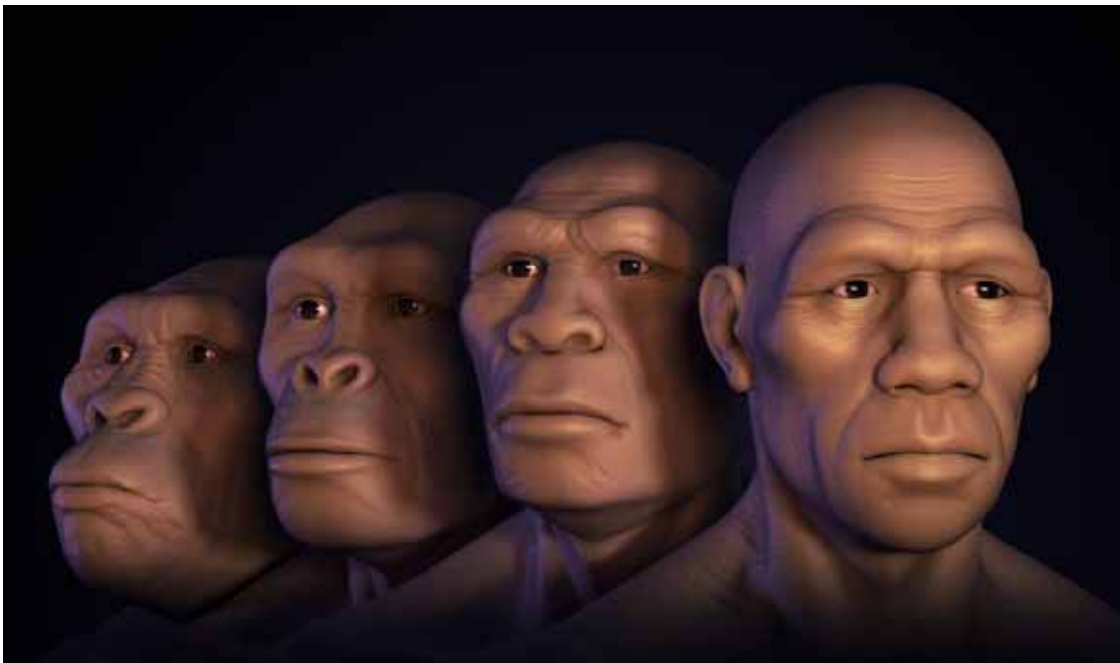


fig. 2. Izquierda a derecha, reconstrucción del *Australopithecus*, *Homo habilis*, *Homo erectus* y *Homo sapiens*. GettyImages. Se calcula que la capacidad

craneana del *Australopithecus* era de 450 centímetros cúbicos; y la del *Homo sapiens* de 1,330. Scientific American, march 2017

Todas las evidencias sobre la evolución humana muestran que la fabricación de artefactos fue paralela al aumento de ciertas zonas cerebrales del *Homo*, a la gradual conciencia de la interacción entre los ojos, las manos y los materiales -mediante la relación causa-efecto y ensayo-error- y la creciente capacidad de abstracción, que hizo posible el desarrollo del lenguaje y la fabricación de artefactos cada vez más complejos.

### **Artefactos pre-humanos.**

En investigaciones recientes en Lomekwi, en el norte de Kenia, se han descubierto piedras labradas de hace 3.3 millones de años; antes de la aparición de los primeros *Homo*. Aunque no se encontraron restos en ese sitio, la especie que habitó esa zona fue el *Kenyanthropus platyops*, que tenía rasgos intermedios entre el *Australopithecus* y el *Homo erectus*; un grupo pre-humano que fabricaba artefactos (4).

Hasta ahora se había supuesto que sólo el género *Homo* había realizado el salto cognitivo de golpear una piedra contra otra para desprender lascas, y que eso había sido su éxito evolutivo: sin embargo, las evidencias demuestran que ese descubrimiento plantea nuevas y sorprendentes alternativas; por lo pronto cuestiona la idea de que sólo los *Homínidos* fueron capaces de realizar artefactos. Revelan también que los primeros *Homo* pudieron haber perfeccionado la habilidad para la fabricación de piedras labradas, que los *Kenyanthropus* habían desarrollado previamente. Pero el aspecto significativo es que el origen del diseño es pre-humano y se remonta a millones de años.

### **Protodiseño.**

Para comprobar cómo evolucionó la actividad del *diseño*, es importante referirse a investigaciones que revelan tanto su origen prehistórico -un *proto-diseño*- como su enorme importancia en la evolución de la humanidad.

Lo sorprendente es que ninguno de estos investigadores es diseñador, y lo es más que sus obras permiten verificar la importancia y antigüedad del diseño. Kenneth Oakley (1949), un destacado paleontólogo ha trabajado sobre la fabricación de artefactos por el hombre prehistórico (5); Xavier Zubiri (1964), revisó el proceso paralelo de la evolución y de la inteligencia humana (6); Enrique Dussel (1976), publicó un estudio fundamental sobre el diseño, que revela cómo ha evolucionado -en paralelo- con el hombre, y los diversos nombres con la

que se ha definido esa actividad (7). Bernard Stiegler (1994) ha estudiado la evolución de la tecnología, como prolongación -prótesis- de los miembros del hombre (8); Kathleen R. Gibson (2002) neurobióloga, ha enfatizado la importancia de la evolución simultánea del cerebro humano y de su capacidad para procesar información, lo que le permitió la fabricación de herramientas y el desarrollo del lenguaje (9); y Stanley H. Ambrose (2002) un antropólogo, ha señalado que la especialización de los hemisferios cerebrales puede ser el resultado de la prolongada coordinación entre la vista y ambas manos, que se requiere para fabricar artefactos. Además, ha estudiado la fabricación, en la última Edad de Piedra (50,000 años), de artefactos con fragmentos de piedra, realizados en pequeños talleres que requirieron el uso de herramientas; y cómo esa producción fue "exportada" en las migraciones del *Homo faber* de Africa hacia Europa (10).

Lewis Wolpert (2003) un biólogo especialista en la evolución humana, publicó su investigación sobre la evolución de la capacidad cognitiva, en la que propone que pudo ser resultado de la larga interacción del hombre prehistórico con sus artefactos; que probablemente ha sido la adaptación más importante en la evolución humana (11).

Finalmente, Heather Pringle, editora de la revista *Archaeology* publicó en 2013 que en dos lugares, cerca del río Kada Gona en Etiopía, se encontraron las herramientas de piedra más antiguas de que se tenga conocimiento, talladas por el *Australopithecus* (12).



Fig. 3. Cráneo de una primera especie de *Homo* adulto 1.7 millones de años a.C. Dmanisi. Georgian National Museum (2013)

Con estas evidencias no sólo se puede verificar cómo se han dado las transformaciones de los artefactos con el paso del tiempo; lo importante es que revelan el origen prehistórico de una actividad, que ahora definimos como *diseño*, y su sentido y significado primordial: crear y fabricar *artefactos*. La diferencia fundamental entre el pensamiento que transforma el mundo -por medio de la técnica- y el que lo explica -la ciencia- cuyo desarrollo fue muy posterior.

A pesar de que esas investigaciones han sido realizadas y difundidas en universidades, institutos y publicaciones de enorme prestigio, la compartimentación del conocimiento ha provocado que sean prácticamente desconocidas, fuera de sus respectivos campos de especialización.

Estas aportaciones revelan que el *diseño* ha sido y es una actividad que se inició -desde hace millones de años- con la evolución gradual del *Homo faber*, y que la fabricación y progresiva complejidad de sus artefactos ha sido posible por el incremento de su nivel de conciencia, por el aumento del volumen del cerebro, y por su capacidad de realizar pensamientos abstractos, para desarrollar el lenguaje y fabricar artefactos (13).

### ***Diseño: definiciones y significados.***

Las siguientes consideraciones intentan demostrar que el *diseño* ha sido una actividad que ha tenido diversos nombres y que eso ha causado una confusión sobre su origen y sus diversas transformaciones; aunque lo importante es que eso provoca que no se reconozca ampliamente su importancia como saber práctico, que hace posible el diseño de artefactos. Con esta evidencia se intentan evitar las interpretaciones habituales sobre el diseño; las que son aceptadas y que se creen evidentes, sin que se tenga una información actualizada y confiable para justificarlas. Reconocer esto permite situar al diseño en un campo de actividad mucho más amplio que el que tiene actualmente.

Cualquier definición es sólo una aproximación; un intento para aclarar qué es o qué significa algo. La palabra *diseño* define pero también amplía el significado de lo que se intenta esclarecer. Esa ambigüedad está presente en la palabra *diseño*, que tienen diversos significados que muchas veces dependen del idioma en el que se definió por primera vez. La gran mayoría de las palabras que usamos provienen de varias civilizaciones. En Occidente las más antiguas fueron las que se

desarrollaron en las regiones de Mesopotamia y Egipto, después en Grecia, Roma y posteriormente en Europa. Cada una de esas culturas definió las palabras y su significado con su propio idioma y valores.

Por eso es importante considerar que la definición de la palabra *diseño* es sólo una aproximación, ya que lo importante es el concepto y su significado. El filósofo Vilém Flusser ha señalado la ductilidad de la palabra: *...en inglés, la palabra diseño es tanto un sustantivo como un verbo. Como sustantivo significa -entre otras cosas- intención, plan, intento, objetivo, esquema, motivo, estructura básica; todos estos (y otros significados) están conectados también con astucia y engaño. Como verbo (diseñar), los significados incluyen planear, simular, dibujar, o configurar algo. La palabra deriva del latín signum, que significa signo*(14).

El término *diseño* es relativamente reciente, y no existe una definición precisa que sea aceptada a nivel general. Por eso, una clara comprensión de lo que el diseño significa es importante desde tres puntos de vista:

- A nivel pedagógico es obvio que la educación de cualquier diseñador debe incluir una noción clara de lo que es el diseño.
- Para la investigación, en cualquier trabajo teórico o empírico en el que el diseño tiene un resultado, una definición clara permite verificar la validez de esos resultados.
- Por último, puede ser benéfico para incrementar la investigación sobre diseño que se tenga una definición bien aceptada; porque actualmente se tienen diferentes definiciones (15).

### ***Un mundo dentro del mundo.***

La actividad del *diseño* ha tenido diversos nombres para definirla; pero lo importante es que esos nombres no han permitido revelar su verdadero origen, ni la enorme variedad y amplitud de sus actividades. Es preciso enfatizar esto porque la actividad que se intenta definir es mucho más antigua de lo que se ha supuesto, al situarla en épocas recientes.

El aspecto más absurdo de la definición actual es la que ubica su "aparición" en el siglo XIX, como *diseño industrial*; cuando en realidad esa es una referencia a los artefactos fabricados durante el periodo de industrialización de Europa; y no toma en cuenta sus antecedentes.

Aunque es evidente que la actividad de hacer o fabricar es la que ha distinguido al hombre, no se ha reconocido su antigüedad. De hecho es tan antigua que se remonta a la aparición del *Homo habilis*: el hombre que fabricaba artefactos (16). Ese desconocimiento ha sido muy grave, y ha causado que la actividad del *diseño* sea menospreciada -o



ignorada- en muchas instituciones, en la jerarquía de las profesiones, en algunas universidades, y en organismos que supuestamente se interesan en la innovación y la tecnología aplicada. Las razones de estas actitudes demuestran los prejuicios, o la ignorancia, que prevalece aún con respecto al diseño. Por contraste, en algunos países se ha valorado esa actividad y la importancia central que tiene en la generación de innovación y productividad (17).

Algunas investigaciones recientes sostienen, con evidencias, que el diseño tiene un origen que es más antiguo de lo que se ha supuesto; que hubo *un diseño, antes del diseño*, y que reconocerlo permitirá modificar radicalmente tanto la importancia de esta actividad, como su apreciación social.

### ***Difusión del conocimiento.***

La invención de la escritura permitió que el conocimiento, antes confinado en cada persona, se pudiese almacenar, compartir y transmitir visualmente; aunque sólo fuera por el reducido grupo de gente que podía leer. De esa manera, la cultura griega recogió conocimientos de otras culturas del Medio Oriente, especialmente de Egipto, cuya influencia en su arquitectura, astronomía, escultura, geometría y matemáticas ha sido reconocida ampliamente. Los pensadores y científicos griegos de la época clásica desarrollaron, durante varios siglos, un asombroso trabajo en prácticamente todos los aspectos del saber humano; y su pasión por conocer, descubrir y clasificar, ha dejado huella en miles de palabras que aún son usadas en filosofía, medicina, o en términos científicos. Por eso no sorprende saber que la primera definición sobre el concepto de *diseño* se dio en Grecia (18).

Lo que no se ha enfatizado es que el diseño ha sido también una manera de transmitir visualmente conocimientos de manera no verbal, por medio de artefactos. Basta ver una pintura, una escultura, o un edificio, para darse cuenta de que –de manera similar al lenguaje– transmiten también conocimientos, emociones y significados. Sin embargo, prevalece la idea de que no son artefactos y que son resultado de actividades diferentes al diseño (19).

En su obra Enrique Dussel hace un recorrido en el que demuestra que desde la prehistoria el diseño -el saber práctico- ha estado presente en todas las creaciones humanas, que Platón (427-347 a. C.) sintetizó con una palabra: *póiesis* - ποιησις - *hacer o crear* (20). Poco después, Aristóteles (384-322 a.C.) cuyas ideas y definiciones han sido fundamentales en la cultura Occidental, retomó el término y detalló aún más su significado (21). En Grecia, al *Homo faber* prehistórico, le siguió el hombre productor -*ánthropospoietikós*.

Dussel expone la esencia del acto productivo-*poiético* en la naturaleza, y en la evolución humana. Toma la palabra griega *poiésis*, para detallar y dejar claro su propósito: *De lo que se trata es, justamente, de intentar comenzar a bosquejar por primera vez una filosofía completa del acto productivo, que reúna en sus fronteras actos aparentemente tan diversos como el lenguaje o la producción de signos, la tecnología con todas sus formas, las artes y los diversos tipos de diseño* (22). El libro de Dussel ha pasado casi desapercibido porque en general la palabra *poiésis* es desconocida y por lo tanto su obra no parece tener relación con un tema de la filosofía, y menos con el del diseño.

Las definiciones y las palabras que usó Aristóteles son de tal importancia que su vigencia se puede constatar en muchas áreas del conocimiento. Lo sorprendente es que la influencia del pensamiento de Aristóteles ha sido ampliamente reconocida, pero no así en la actividad del diseño. Sus obras han determinado también la valoración o el desprecio que él manifestó sobre muchos temas que, por su condición privilegiada dentro de una sociedad esclavista, siguen vigentes en muchos sentidos. Dussel aclara esa visión clasista: *...desde Aristóteles nunca tuvo un lugar relevante dentro de las partes de la filosofía todo aquel ámbito de los actos productivos, fabricativos. El desprecio por el trabajo manual, propio de esclavos, siervos, obreros, llevó a la filosofía a sólo ocuparse de la estética -la parte "más limpia" de lo que denominaremos poiética...(23).* Dussel señala esa división que aún se mantiene: *Es entonces una poiética escindida: divina, casi en la obra de arte, menos que humana en el trabajo manual, corporal, del esclavo...* (24). Ese desprecio se transmitió desde entonces a la cultura Occidental y determina aún la separación entre los diseñadores; a los que desde entonces se ha dividido como artistas, o como artesanos.

Dussel hace la presentación de la secuencia que usó Aristóteles para definir, con toda precisión, el acto poiético: *La substancia como soporte del acto productor es lo que nos interesa en la poiética...Es necesario, por otra parte, distinguir una fase cogitativa -concepción del proyecto en la mente. Primero se da el proyecto en la intención, y posteriormente se ejercita en la realidad de la materia pre-existente. De lo que trataremos no es de la generación natural sino de la producción artificial. No describiremos la génesis, sino la poiésis* (25).

### ***La importancia de las palabras.***

En su análisis Dussel menciona palabras griegas que son muy importantes: como *poiésis*, que describe el proceso del hombre que crea, desde la intención hasta la realización de una obra. Esa palabra definía lo que ahora es el *diseño* y se sustituyó con diversos términos latinos.

Las siguientes se adaptaron y actualmente se usan en muchos idiomas: la actividad formativa, (*enérgeia*), es la energía necesaria que se une a la técnica (*téjne*) para con-formar a la materia, con la experiencia (*empeiría*) del hombre-productor; del diseñador.

Dussel enfatiza también la importancia de la *técnica* que aun hoy en muchos casos no tiene la debida atención -como saber práctico- en el proceso de fabricación de artefactos: *Latéjne es un saber experiencial, habitual, de producir objetos desde el descubrimiento de su íntima estructura posible, futura, proyectual. La racionalidad poiética o técnica tiene un proceso propio. Se diferencia de la actividad no especializada en que tiene experiencia.* Además, describe con precisión todo el proceso de creación -la *poiésis*: *En efecto, la esencia del artefacto o producto es un momento del ser humano, es una función que se cumple en él (el fin del producto es al mismo tiempo su esencia, su forma y su imagen mental previa)... El artefacto es un producto-hecho teniéndose en consideración la condición real de la materia* (26).

Es significativo que *Hephaestus* (*Ηφαίστος*) el dios griego del fuego, de la herrería, de los artesanos y artífices, del tallado de la piedra y de la escultura, fuera también el que fabricó las armas y artefactos de todos los dioses.

### ***Transformación semántica del diseño.***

Durante siglos Roma dominó la mayoría de los territorios de sus sucesivas conquistas; y hacia la capital de imperio fluyeron riquezas, y los documentos más importantes de las civilizaciones sojuzgadas. La enorme apertura de una cultura en formación aceptó y transformó el saber y las culturas extranjeras y los incorporó para conformar una cultura que, en todos los órdenes, se destacó con la aportación que hicieron también los pensadores y hombres de ciencia romanos. Su influencia más profunda fue la cultura griega, a la que adoptaron con admiración. Esa asimilación se realizó en múltiples formas y su resultado fue la cultura Grecolatina.

Un aspecto que es particularmente importante resaltar es que esas transformaciones se dieron con la adopción de palabras griegas que se sustituyeron con palabras latinas; como se hizo con las de los principales dioses griegos. Sin embargo, no sucedió lo mismo con otras palabras, como en el caso de *poiésis*, que se cambió y cuya variación semántica -la de su significado más profundo- ha tenido profundas consecuencias: *Las palabras son también artefactos, que pueden cambiar su significado al pasar por diferentes usos, diferentes situaciones, diferentes épocas y diferentes personas. Investigar el origen del significado perdido de la palabra latina diseño, implica un cambio radical en la práctica del diseño: un cambio semántico* (27).



### ***Poiésis y ars: palabras con un mismo significado.***

Estamos tan condicionados por la abstracción progresiva que ha representado la definición de algunas palabras, que su verdadero significado no es claro y muchas veces se nos escapa; como ha sido el caso con la palabra *diseño*.

Lo que interesa enfatizar es el hecho de que la eliminación de la palabra *poiésis*, y su sustitución por un sinónimo, realizado durante el siglo I en Roma, es fundamental para poder comprender sus efectos posteriores que, entre otros, han impedido entender que la actividad del diseño se ha realizado desde hace millones de años.

La primera consecuencia de la eliminación de la palabra *poiésis*, que describía la integralidad de la actividad de crear y fabricar, al sustituirla por un sinónimo latino *-ars-* fue que modificó su significado y perdió su antigüedad.

Otra, muy importante, es que la definición de *ars* conservó también la separación que hacía la sociedad esclavista griega y después la romana entre las artes realizadas por hombres *libres*, y las artes *serviles*, propias de siervos y esclavos; una separación que aún sigue vigente en muchos aspectos (28).

### ***Surgió el arte...***

La elección de la palabra latina *ars*, para sustituir a *poiésis*, fue quizá por la gran semejanza entre las palabras *poética* y *poiética*. Esa diferencia-de una letra- fue probablemente la razón para que se utilizara una palabra latina (29).

La definición de *ars* es importante porque es una palabra que ha sido, y sigue siendo, fundamental en la cultura Occidental: *...es el hábito, virtud o el saber producir adecuadamente artefactos... el arte se ocupa de la racionalidad adecuada en cuanto se aplica a lo que ha de producirse... y ars es el principio del trabajo artesanal* (30).

### ***... y apareció la belleza.***

Es importante mencionar que en la definición que se hizo en Roma de algunas de las características de *ars*, quizá se mezclaron los textos de Aristóteles sobre la *poética* y la *poiésis*. En el primero trató sobre estética y en el segundo definió el acto creativo *-poiésis*.

En el caso de la arquitectura, el arquitecto Marco Vitruvio, en el siglo I, definió en su tratado sus elementos y sus características, y las relacionó con las palabras latinas *firmitas*, *utilitas* y *venustas*; firmeza, utilidad y belleza (31). Esta última palabra fue una referencia a *Venus*,

la diosa romana del amor y la belleza. Vitruvio incluyó así un concepto estético con las implicaciones que -por su valor subjetivo- se han tenido en la cultura Occidental desde entonces y que han caracterizado a la arquitectura, relacionándola con las *Bellas Artes* (32).

*Ars* ha conservado prácticamente la misma definición que le dieron los pensadores romanos y posteriormente Tomás de Aquino (33). La definición original de *ars*: *una obra que tiene coherencia formal y funcional*, mantuvo su significado hasta el siglo XVIII, en el que se modificó radicalmente.

### ***División entre las artes.***

En Roma se mantuvo la división clasista que hicieron los griegos entre artes *liberales* y las artes mecánicas o *serviles*, y que fue empleada por la escolástica medieval para designar a las diferentes ramas del conocimiento en sus escuelas (34). Esa división, con algunas modificaciones, sigue presente en la actualidad y ha sido una de las causas de que este prejuicio haya permeado en actividades como el diseño y la arquitectura.

Profundizar en los aspectos ideológicos y semánticos de este proceso de modificación de la actividad -del diseño- no es necesario; pero las consecuencias de esos efectos han sido significativas (35). La actual definición de diseño tiene muchas ambigüedades. Surgió sin que se reconociera que es una actividad prehistórica; sin que se le relacionara con *poiésis* o *ars*, y sin una historia que le diera credibilidad ante las ciencias y las bellas artes ya instituidas.

El término moderno -*diseño*- es una derivación de la palabra griega *sema* y de la latina *signum* (*de-signum*) que se refería sólo al dibujo, y que se ha transformado en una actividad interdisciplinaria; que incluye diferentes escalas y características.

### **Notas.**

1. Google referencias, 26 septiembre 2019  
*Design before design*, es el título de un artículo de Yves Deforge, publicado en: *The idea of design*. Margolin V. / Buchanam R. MIT Press, 1995
2. La definición es del tratado romano del siglo I d.C. Vitruvio M. (1995) *Los diez libros de arquitectura*. Madrid, Alianza Editorial, Libro I. Capítulos II y III, 2º. Párrafo
3. *Nature*. may 2015, no. 521 / 7552, *The dawn of technology*.

4. Wong K. (2018) *The new origin of technology*. Scientific American, Fall
5. Oakley K. (1949) *Man the tool-maker*. Londres, British Museum Press  
*La civilización moderna debe su forma a las máquinas-herramienta, manejadas con energía mecánica; sin embargo, ellas realizan de manera complicada las operaciones básicas que las herramientas del hombre de la Edad de Piedra hacían: golpear, cortar, romper, perforar y modelar.*
6. Zubiri X. (1964) *El origen del hombre*. Revista de Occidente no. 17, p. 146-173  
*Todos los tipos humanos anteriores al homo sapiens no son "pre-hombres" sino verdaderos hombres, pero no racionales sino "pre-racionales". Sólo los homínidos "pre-inteligentes" serían los auténticos pre-hombres... Es la evolución no de lo infrahumano a lo humano, sino la evolución humana de la inteligencia a la razón.*
7. Dussel E. (1977) *Filosofía de la póiesis*. México, Universidad Autónoma Metropolitana, p.30  
*El trabajo útil, en su nivel poiético o como proceso productivo, es el condicionante material de la evolución del género humano. En el nivel de los artefactos materiales, el hombre comenzó a descubrir cierta lógica poiética sobre la cual construirá toda la instancia instrumental.*  
Consultar:  
Gutiérrez Martínez L. D. (2008) *Voces del diseño*. México, Encuadre / Universidad Iberoamericana  
Irigoyen J.F. (1998) *Filosofía y diseño*. México, Universidad Autónoma Metropolitana
8. Stiegler B. (1994). *La technique et le temps*.  
*Technics and Time*, (1998) Stanford University Press
9. Gibson K. (2002) *Evolution of human intelligence: the roles of brain size and mental construction*. Brain, Behavior, and Evolution. Vol. 59, No.1-2,  
*Esta investigación presenta un modelo que sugiere que la capacidad mental expandida del hombre, es básicamente un reflejo de la capacidad creciente de procesar información al aumentarse el cerebro humano, incluido el aumento del neo-córtex, del cerebelo y de los ganglios basales (ganglia basal). Estas capacidades crecientes de procesar información aumentaron*

*la habilidad para combinar y recombinar acciones, conceptos y percepciones altamente variables, para poder construir unidades conductuales, en una variedad de campos que incluyeron el lenguaje, la inteligencia colectiva, la fabricación de herramientas y nuevas secuencias motrices. La influencia del entorno, incluyendo influencias auto-generadas, interactuó con las capacidades mentales para asegurar que la evolución humana adquiriera patrones conductuales típicos de su especie y de su cultura.*

10. Ambrose S.(2002) *Origins of early microlithic industries in Sub-Saharan Africa*. Archaeological Papers of the American Anthropological Association, No 12, p. 9-29  
*Se presenta la evidencia de la fabricación "industrial" de herramientas micro-líticas, y se evalúan varias hipótesis de producción micro-lítica, con herramientas, incluyendo la invención de herramientas compuestas, la tecnología para fabricar navajas, arcos y flechas, la inclusión de veneno en los proyectiles, el aumento en la recolección de granos, el incremento de la movilidad, la conservación de recursos escasos, la fabricación de artefactos micro-líticos de ornato, y la manufactura de herramientas más especializadas cuando el aumento de la información permitió que se pudieran anticipar las tareas. Si las "industrias" micro-líticas y la fabricación de navajas fueron inventadas en Africa, comprender su origen puede aportar datos sobre la evolución de la conducta humana y sobre la dispersión de los humanos modernos y su tecnología fuera de Africa.*
11. Wolpert L. (2003)*Causal belief and the origins of technology*. Londres, Philosophical Transactions. Royal Society.  
*...no se puede hacer una herramienta compleja sin la conciencia entre la causa-efecto. Por compleja digo una herramienta que tiene una forma bien caracterizada para el uso que se le va a dar, pero más importante, cualquier herramienta hecha con más de dos partes, como una lanza con la punta de piedra. La tecnología sólo fue posible con el conocimiento de la causa y su efecto y fue la tecnología -la habilidad de interactuar con el entorno- la que facilitó la vida... fabricar herramientas fue una enorme ventaja en la evolución adaptativa.*
12. Pringle H. (2013) *Evolution of creativity*.Scientific American march, p.25
13. NationalGeography en español, verano 2002, p.74  
*Se ha calculado que la capacidad del cerebro del*

*AustralopitecusAfaerensis* era de 400 a 500 cm<sup>3</sup>; la del *Homo erectus* de 800 a 1,000 cm<sup>3</sup>; y la del *Homo sapiens* de 1,100 a 1,400 cms<sup>3</sup>.

14. Flusser V. (2002) *Filosofía del diseño*. Madrid, Editorial Síntesis, p.18  
 Simón Sol G. (2009) + *de 100 definiciones del diseño*. Universidad Autónoma Metropolitana / UTEM  
 La palabra *diseño* se aplica ahora a una enorme variedad de actividades: arquitectónico, de iluminación, de la información, de ingeniería, de modas, de paisaje, de procesos, estratégico, gráfico, industrial, urbano, de interiores, de sistemas, sustentable... etc.
15. Ralph, P. / Wand, Y. (2009) *A proposal for a formal definition of the design concept*. Design requirements workshop, Springer-Verlag, p. 103
16. *Division of labor by sex and age in Neandertals*. February 2015, Journal of Human Evolution Vol. 71  
*Los Neandertales tenían un cierto grado de división del trabajo, que ya estaba presente en esa especie humana extinta.*
17. La creación del *Design Council*, en Inglaterra es un ejemplo.
18. Kostas T. (2007) *The etymology of design: a pre-Socratic perspective*. Design Issues, Vol. 23, Autumn, p. 69-78  
 Platón, (2003) *Diálogos. Obra completa. El Banquete*, Vol. III, Madrid, Editorial Gredos
19. Casanueva M. (2005) *El giro pictórico: transmisión visual del conocimiento*. México, UAM / Anthropos, p.213-232  
 En el último artículo se muestran las tres características de los sistemas de transmisión visual de conocimientos.
20. Dussel E. Op. cit. p.35  
*Aristóteles, uno de los grandes pensadores griegos pensó toda la filosofía, aún su ontología, teniendo como paradigmática imagen de todas sus categorías al artesano, al anthropospoietikós: el hombre como productor. Fue en Grecia donde surgió la primera teoría de la práctica poiética de los sistemas mercantiles esclavistas. En las ciudades de la Hélade había dos tipos de sociedades productivas: las plantaciones con base en los esclavos para producir alimentos, y los ergasterios (en castellano, primitivas fábricas) donde carpinteros, metalúrgicos, alfareros,*

*curtidores, orfebres y zapateros, muchos de ellos libres y otros esclavos, producían manufacturas para el uso de las ciudades y para el mercadeo con el extranjero.*

21. Idem. p.13

22. Idem. p.41

*Aristóteles es la expresión de un modo de vida o producción esclavista, políticamente aristocrático, que desprecia al comercio, el préstamo de dinero a interés o la venta del trabajo por el salario, el de los artesanos y orfebres. La instancia poiética como téjne es entonces dejada en un segundo lugar, propia de trabajadores o esclavos, pero no del hombre propiamente dicho: los varones libres, miembros de la asamblea.*

23. Idem. p. 41

24. Idem. p.36

25. Idem. p.37

*Siguiendo la tradición oral, Platón presentó varias obras en forma de diálogo entre sus personajes. Definió el término -poiésis- como: ...la causa que convierte cualquier cosa que consideremos de no-ser, a ser. Todo hacer llegar a la presencia, que pasa del no-presente a la presencia, es poiésis.*

26. Idem p.38

27. Krippendorff K. (2006) *The semantic turn: a new foundation for design*. Boca Raton, Taylor & Francis

28. Anderson P. (1974) *Passages from antiquity to feudalism*. *Transiciones de la Antigüedad al feudalismo*. (1989) Madrid, Siglo XXI, Anderson desarrolla, entre otras tesis, la del predominio del modo de producción esclavista durante la Antigüedad clásica (Grecia durante los siglos V y IV a. C. y Roma, entre el siglo II a. C. y el II d. C.)

29. Aristóteles, *Poética*. 6; 1450 b 37. *Sobre la poética* es una de sus obras y su tema principal es la reflexión estética. Eran unos cuadernos de notas que servían de guía para el célebre maestro.

30. Dussel Op. cit. p. 47-48

*El ars regula un cierto proceso, ya que lo que se da primeramente en el conocimiento y posteriormente en la realidad, constituye un proceso resolutorio. Dicho proceso resolutorio se ocupa de aquello que se da en el futuro, y por ello las alternativas son infinitas.*

31. Vitruvio M. Op. cit.
32. Históricamente las *Bellas Artes* son: arquitectura, escultura, pintura, literatura, danza y música.
33. Dussel E. Op. cit. p.44-49
34. Las artes liberales eran siete y se dividieron en dos grupos: el primero o *trivium*, incluía la gramática, la retórica y la dialéctica. El segundo, o *quadrivium*, a la aritmética, astronomía, geometría y la música.
35. Eagleton T. (1990) *The ideology of the aesthetic*. Oxford-Blackwell Publishers





## ***1.2.La naturaleza del diseño.***



fig. 4. Matrioskas: un ejemplo delas diversas escalas de los artefactos.

**Sinópsis:**

*La evolución de las primeras formas de vida en la tierra se realizó durante miles de millones de años; después, la de las plantas y animales en decenas de millones años. La evolución de los Humanoides fue en un periodo de millones de años, y la del Homo Sapiens en cientos de miles años. En una escala de tiempo que se redujo aceleradamente, esa especie se diferenció de otras, luchó por sobrevivir, creó artefactos y modificó su entorno.*

*Se han realizado diversas investigaciones sobre la evolución y la forma de los organismos vivos; Charles Darwin en su obra *On the origin of species*; Samuel Butler en *Evolution old and new* y D'Arcy Thompson, en *On growth and form*, ofrecieron una explicación sobre el crecimiento y la forma de los organismos vivos; y Butler enfatizó que la evolución debía de considerarse como el logro de un propósito -un diseño- en el flujo de la vida, y no como un accidente fortuito, producto del azar, y también la necesidad de superar la visión determinista sobre la estructura y la forma de los organismos vivos, como resultado de la lucha por la sobrevivencia, y propuso considerar también la influencia de las leyes físicas y la mecánica.*

*Adrián Bejan situó al diseño como disciplina científica, centrada en una ley física; la ley constructal: Para que un sistema de flujos de tamaño finito persista en el tiempo (que viva), su configuración debe evolucionar de tal manera que brinde un acceso fácil a las corrientes que fluyen a través de él. La ley constructal revela cómo y por qué se configuran esos flujos y, además, permite evaluar y predecir la evolución de sus configuraciones. La obra de Bejan es particularmente importante para comprender mejor el diseño en el mundo natural; pero también para entender la naturaleza del diseño y la posibilidad de evaluarlo. Una diferencia fundamental es que en la evolución de la naturaleza todas las especies vivas se han adaptado a sus entornos, en tanto que la evolución de la cultura humana los ha adaptado y modificado.*

*La materialización de la cultura ha sido realizada por medio de artefactos que han modificado el entorno natural. La palabra artefacto denota con mayor precisión el resultado de la actividad del diseño. Es algo que se diseña y fabrica con arte, con habilidad. La acción de con-formar, de diseñar, ha sido definida con diferentes palabras en el curso del tiempo. Actualmente señala la acción de prefigurar, conformar y construir en un solo término, que designa tanto a una acción -diseñar- como el resultado de esa acción -un artefacto.*

## ***Evolución de la vida.***

En el universo visible, la materia aparece entre límites que determinan su forma: con la mínima densidad, en gases amorfos; con mayor concentración en los líquidos; y con la máxima densidad de la materia, en los sólidos. El resultado entre esos extremos ha sido explicado como producto del azar. Sin embargo, es precisamente la forma y sus patrones o diseños, que están presentes en lo inanimado y animado, lo que con-forma nuestro entorno. Estudiar de qué manera se producen esos diseños es básico para comprender que los realizados por muchos animales, y por el hombre, tienen relación directa con los de la naturaleza.

La evolución de las primeras formas de vida en la tierra se realizó durante miles de millones de años; después, la de las plantas y animales en decenas de millones años. La evolución de los *Humanoides* fue en un periodo de millones de años, y la del *Homo Sapiens* en cientos de miles años. En una escala de tiempo que se redujo aceleradamente, esa especie se diferenció de otras, luchó por sobrevivir, creó artefactos y modificó su entorno. Sin embargo, como han señalado varios científicos, la evolución de la vida en el planeta no ha sido lineal; ha sido producto de innumerables accidentes, variaciones y adaptaciones(1). Hace alrededor de 3,500 millones de años apareció la vida en la tierra. Surgieron seres con auto-movimiento, auto-formación y auto-diferenciación, lo que Enrique Dussel ha denominado *laproto-poiésis: la primera y originaria tensión productiva que apareció, y todavía sobrevive, en el cosmos*. (2) Una energía, o fuerza, que con-forma los organismos y que en la naturaleza inanimada no parece obedecer ningún orden.

### ***Un avance sorprendente.***

La necesidad de explicar el *diseño* en la naturaleza ha estado presente desde hace miles de años; y se ha atribuido a una voluntad divina, al azar, o a una impulsión en la evolución de la vida orgánica. Esa investigación se realizó primero sobre los seres vivos y -desde el siglo XIX- se ha intentado hacerla en los artefactos humanos. Aristóteles (384-322 a.C.) puede ser considerado como el iniciador de esos estudios. Además, explicó de manera general la sucesión de las formas en su evolución e hizo la primera explicación sobre las diferentes escalas de los organismos (3).

A principios del siglo XIX Lamarck propuso el término *biología* para estudiar la vida orgánica y, en 1817, se publicaron dos de textos de Goethe y de Cuvier, que plantearon diversas teorías para explicar la estructura, forma, y funciones de los organismos vivos (4). Goethe elaboró un sistema que explicaba los diversos mecanismos subyacentes en la formación de los patrones y la estructura que controlan la forma de los organismos vivos; su proceso *morfológico*, y propuso el concepto de *arquetipo*, con el cual se podría explicar el origen de las formas, o *morfogénesis* (5). La propuesta de Cuvier fue un sistema de clasificación en base a los elementos y la función de los organismos. De la *morfología* de Goethe se llega, pasando por la escuela formalista alemana, al formalismo funcional y evolucionista ruso (1914-1930), para el que la forma interna es principio trascendental, y desde éste a los análisis estructuralistas de Jakobson y de Lévi-Strauss.

Como se verá en siguientes capítulos, estas teorías influyeron posteriormente en algunos arquitectos y diseñadores que las han

aplicado para explicar la evolución de sus artefactos; y se ha continuado por otros investigadores (6).

Charles Darwin en su famosa obra *On the origin of species* (1859) ofreció también una explicación a los procesos de cambio de los organismos vivos, especialmente el de adaptación. Lo definió como un proceso determinado por la selección natural de las especies animales en su lucha por sobrevivir (7). Al final del siglo XIX Samuel Butler, en su obra *Evolution old and new*, expuso que la evolución debía de considerarse como el logro de un propósito -*un diseño*- en el flujo de la vida, y no como un accidente fortuito, producto del azar. Estableció, además, una estrecha analogía entre el fenómeno del diseño y los de la adaptación evolutiva en los animales y el hombre.

Butler usó reiteradamente tanto la palabra *evolución* -que Darwin no usó- como la de *diseño*, para explicar sus propuestas. Desde el primer capítulo de su obra menciona ese término, con un sentido que aun hoy sigue vigente... *acepto gustosamente el testimonio de la omnipresencia de un diseño inteligente en casi cualquier estructura, sea animal o planta* (8).

### ***Sobre el crecimiento y la forma.***

Evidentemente influenciado por los conceptos de Goethe y la obra de Butler, el libro de D'arcy Thompson *On growth and form*, publicado en 1917, ofreció una explicación sobre el crecimiento y la forma de los organismos vivos.

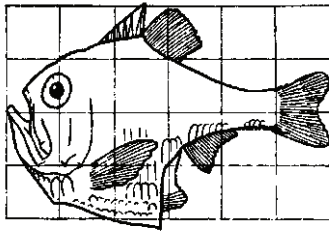


Figura 146. *Argyropelecus olfersi*.

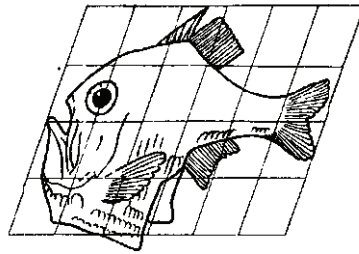


Figura 147. *Sternopyx diaphana*.

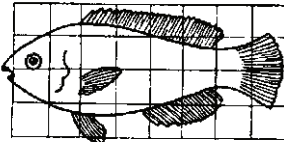


Figura 148. *Scarus* sp.

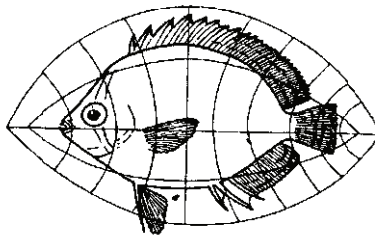


Figura 149. *Pomacanthus*.

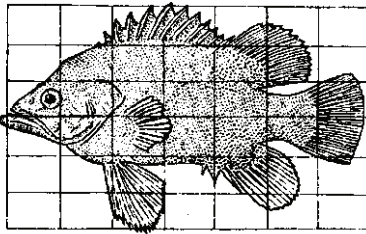


Figura 150. *Polyprion*.

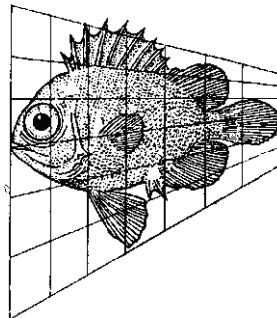


Figura 151. *Pseudopriacanthus altus*.

fig. 5. Thompson D. Análisis comparativo de la forma de peces

En la parte más atractiva y conocida de su obra expuso -con una variedad de ejemplos- la correlación entre ciertas formas biológicas y su estructura mecánica; además, con el auxilio de una red de coordenadas bidimensional y sus variaciones, mostró la estrecha relación entre los cráneos de algunos antropoides y del hombre. Otros ejemplos fueron las variaciones formales entre numerosos animales y peces (9). Thompson enfatizó la necesidad de superar la visión determinista sobre la estructura y la forma de los organismos vivos, como resultado de la lucha por la sobrevivencia; y propuso considerar también la influencia de las leyes físicas y la mecánica. Sin embargo, su obra describe más que explica, la relación entre las formas biológicas y esas leyes; y no ofreció una hipótesis para verificar lo que propuso.

Como el libro presentó sorprendentes analogías entre algunas estructuras mecánicas y organismos vivos, se convirtió en una referencia para un "bio-diseño" que es ahora muy popular, pero que en

general solo copia las formas, sin que realmente se profundice en las características de esas analogías.

También la obra de Ian Mcharg, *Designwithnature* (1967) ha sido una contribución importante para lo que ahora se define como diseño sustentable (10). Su influencia ha dado origen tanto a investigaciones y obras de importancia creciente, como a modas y "movimientos" que proponen un diseño "verde".

Otra aportación valiosa es la obra de Martin Novak sobre la dinámica de los procesos de evolución de los organismos vivos; su origen, adaptaciones y mutaciones. Este avance, que resume investigaciones de más de cien años, ha establecido una teoría matemática que explica la evolución y transformaciones de los sistemas vivos. Esta explicación ha sido criticada por su enfoque determinista, pero constituye una aportación significativa entre dos disciplinas: la biología y las matemáticas, que permite comprender los complicados procesos de evolución, en los pasados seiscientos millones de años, que se han producido desde las bacterias hasta la aparición del hombre, sus artefactos y el lenguaje (11).

Dentro de las obras recientes destaca la de Michel Weinstock, que presenta una amplia investigación sobre la evolución de los procesos dinámicos de la naturaleza y su relación con el diseño de los artefactos humanos: *Todas las formas de la naturaleza, todas las formas de la civilización tienen diseño, un arreglo de materia en el espacio y en el tiempo que determina cómo se crearon, y también su forma, tamaño, conducta y duración.* Weinstock enfatiza la profunda relación entre la naturaleza y los artefactos creados por el hombre: *Los seres humanos y todos los demás seres vivos surgieron y existen dentro de los procesos dinámicos de los fenómenos del mundo natural, que han tenido y tienen un profundo efecto sobre ellos. Todas las formas de la naturaleza, todas las formas de la civilización tienen arquitectura: un arreglo de materia en el espacio y en el tiempo que determina cómo se crearon, su forma, tamaño, conducta, y duración.* Enfatizó también la importancia de considerar que: *...la energía, la información y la materia fluyen a través de todas formas del mundo natural, las formas humanas, y las culturas se han desarrollado y evolucionado dentro de esos flujos*(12).

### ***Diseño en la naturaleza.***

Aunque es evidente que existe una relación entre la naturaleza, el hombre, y sus creaciones, hasta hace poco no parecía haber una explicación científica sobre la evolución de la forma en la naturaleza o en los organismos vivos.

Doscientos años después de Cuvier- la investigación de Adrián Bejan ha demostrado que las conformaciones, las transformaciones en



la naturaleza, y aun la extinción de organismos vivos, ha sido el resultado de la tendencia a una mayor eficiencia de esos sistemas. En su obra *Design in Nature* (2013) Bejan superó las investigaciones de Butler y Thompson (13). Su obra, de importancia creciente, sitúa al diseño como disciplina científica, centrada en una ley física; la *ley constructal*: *Para que un sistema de flujos de tamaño finito persista en el tiempo, su configuración (diseño) debe evolucionar de tal manera que brinde un acceso fácil a las corrientes que fluyen a través de él* (14).

#### DESIGN IN NATURE

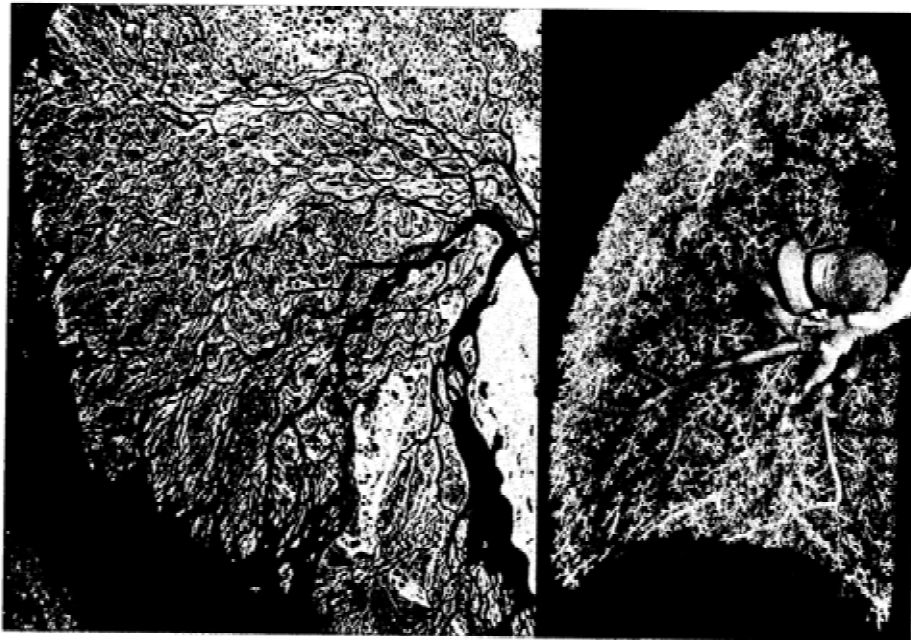


fig. 6. Bejan A. Delta del río Lena en Siberia, e imagen de un pulmón humano.

La *ley Constructal* es especialmente importante porque explica el diseño en la naturaleza: *Los diseños que vemos en la naturaleza no son resultado del azar. Surgen de manera espontánea, natural, debido a que a través del tiempo mejoran el acceso del flujo. Los sistemas de flujo tienen dos características (propiedades) básicas: la corriente que fluye (por ejemplo, fluidos, calor, masa, o información) y el diseño por medio del cual fluyen.* Bejan aclaró también el significado que -como científico- le confiere al diseño: *La ley constructal usa el término diseño como un sustantivo que describe una configuración, que se conoce por muchos otros nombres: imagen, patrón, ritmo, dibujo, motivo, etc. Sin embargo, ese sentido ha sido ampliado con el verbo "diseñar", que se refiere al poder del cerebro humano para idear y proyectar imágenes y relaciones hacia planos nuevos y más desarrollados* (15). La *ley constructal* explica también, no sólo en el origen del diseño, sino su evolución en numerosos aspectos: *La ley constructal es revolucionaria porque es una*

*ley de física -no sólo de la biología, hidrología, geología, o de la ingeniería. Gobierna cualquier sistema, siempre y en todo lugar, abarcando fenómenos inanimados (río y focos eléctricos), animados (árboles y animales), la tecnología; y también el flujo y evolución de las formas sociales, como el conocimiento, el lenguaje, y la cultura. Todos esos diseños surgen y evolucionan conforme a la misma ley (16).*

Bejan formuló esta ley en 1996 y en 2004 estableció su comprobación matemática. En un artículo publicado recientemente por la *Royal Society* en Londres, aclaró: *Esta ley fue propuesta para reconocer que existe un fenómeno universal que no está cubierto por la primera y segunda leyes (de termodinámica). Este fenómeno es la generación de configuraciones, o diseños, en la naturaleza... El fenómeno de la configuración une lo animado y lo inanimado. (17).*

Es evidente la importancia de esta Ley, pero lo que aún es más notable es que identifica el principio que gobierna la generación de la forma y la estructura macroscópica en la naturaleza, y revela cómo y porqué se configuran esos diseños que -de otra manera- parecían inexplicables. La *Ley constructal* no sólo explica el surgimiento del diseño, sino también su evolución (18).

Los sistemas en movimiento -que fluyen- están determinados por las leyes de termodinámica; pero lo importante es que la *Ley constructal* permite evaluar y predecir la evolución de sus configuraciones (19). Es evidente que Bejan se refiere específicamente a las características de los sistemas de flujo, pero las implicaciones que tiene su obra para el diseño son importantes: *Los diseños que vemos en la naturaleza no son resultado del azar. Surgen de manera espontánea, natural, debido a que a través del tiempo mejoran el acceso del flujo. (20).* No se intenta establecer "analogías" forzadas entre la *Ley constructal* -que se aplica para los *fluidos*- y el diseño; pero es evidente que existen aspectos que deben considerarse para la actividad del diseño, en los ejemplos de su aplicación: *He usado la Ley constructal para predecir el mismo patrón en sistemas de flujo mucho más complicados... como el tamaño y la distribución de los asentamientos humanos; que son sistemas de flujo para el movimiento de personas, recursos, e ideas... en sitios compactos -primero aldeas, después pequeños poblados y finalmente ciudades (21).* Bejan explica -entre otros- el diseño del aeropuerto de Atlanta y el de la proporción áurea: *Como gobierna todo lo que se mueve, la Ley constructal ilumina vastas e inesperadas conexiones. Revela, por primera vez, que la evolución de los diseños de los sistemas de flujo realizados por humanos (de la tecnología a los sistemas sociales) está gobernada por este mismo principio de física (22).*

### ***Diseño natural y artificial...***



El trabajo de Bejan es particularmente importante para comprender mejor el diseño en el mundo natural; pero también para entender la naturaleza del diseño.

En la cultura Occidental se ha separado al hombre de la naturaleza; y se considera que esa separación se da también entre el mundo natural, y el artificial que ha creado el hombre. Sin embargo, como señala Bejan, el diseño es un fenómeno que surge y evoluciona espontáneamente en la naturaleza. Las configuraciones -los diseños- en los sistemas de flujo: ríos, redes circulatorias, y aún el sistema de sinapsis del cerebro, son la evidencia de que el hombre es una especie más y que tanto su cuerpo, la evolución de su conciencia, y la de sus artefactos, son parte la naturaleza que tiende a lograr la mayor eficiencia. Una diferencia fundamental es que la evolución en la naturaleza ha adaptado todas las especies vivas a sus entornos, en tanto que la evolución de la cultura humana -por medio del diseño- los ha adaptado y modificado.

La fuerza vital, que hizo posible la aparición de la conciencia y con ella la de los artefactos, tiene las mismas características de la *Ley constructal*. Sólo que en el caso de las acciones humanas interviene la voluntad y eso puede causar, tanto adelantos, como retrocesos o estancamientos. La eficiencia, que en la naturaleza obedece a fuerzas y resistencias, en los diseños realizados por el hombre está condicionada por los valores o prejuicios de cada individuo. Bejan señaló la diferencia fundamental en la generación de la forma: *La visión de que el crecimiento es el origen de la forma es el paradigma vigente que popularizó el libro de Darcy Thompson: Sobre el crecimiento y la forma (Ongrowth and form). Con la Ley constructal descubrimos una visión diferente que puede llamarse Sobre el flujo y la forma. Porque es el flujo, y no el crecimiento, lo que genera la forma (23).*

### ***Evaluación del diseño.***

La contribución más importante y útil de Bejan para los diversos diseños realizado por el hombre ha sido relacionarlos con la *Ley constructal*, que hace posible evaluar, a través del tiempo su forma, estructura y utilidad: *...que permite entender la evolución bajo una nueva luz. Nos muestra que todo evoluciona, no sólo las criaturas biológicas; que hay una dirección predecible para estos cambios y que podemos ver cómo muchas entidades se transforman haciéndose mejores y mejores ante nosotros... y que también lo podemos corroborar en la historia humana, incluyendo la evolución de la tecnología, el lenguaje, la ciencia y la civilización (24).*

De la misma manera que en la naturaleza, los artefactos creados por el hombre siguen el mismo principio de eficiencia, pero su

desempeño está condicionado por los propósitos de su promotor o del diseñador y, por lo tanto, su eficiencia sólo se puede evaluar según esos propósitos. Esos aspectos -eficiencia, propósito y desempeño- son fundamentales para conocer la utilidad de cualquier artefacto, y han sido poco reconocidos en la actividad del diseñador; pero son básicos para poder avanzar en los procesos de creación, innovación, o adaptación de los artefactos. Evaluar la utilidad y el desempeño de lo ya construido permite mejorar cualquier diseño porque se pueden evitar los errores detectados, aunque ya no se pueda cambiar el resultado. De hecho, las fallas de los artefactos -en cualquiera de sus escalas- son la manera de saber que su desempeño es inadecuado (25).

### **Artefactos.**

La materialización de la cultura ha sido realizada por medio de artefactos que han modificado el entorno natural. Se ha creado así un *mundo diseñado*, al que se distingue como *artificial* -como *artificio*- en el sentido de la habilidad de hacer o fabricar del hombre, para lograr una ventaja sobre la naturaleza. La palabra *artefacto* denota con mayor precisión el resultado de la actividad del diseño. Es algo que se diseña y fabrica con *arte*, con habilidad. Por el contrario, un *objeto* es cualquier cosa en la naturaleza, sea animada o inanimada. En ese sentido, hablar del diseño de objetos implica una enorme confusión porque casi cualquier cosa, diseñada o no, es un objeto.

Vilém Flusser ha enfatizado la importancia que se tiene que dar a las palabras que han definido al diseño, a lo diseñado -los artefactos- y a la técnica que se ha empleado para fabricarlos. Mencionó también que las palabras griegas: *tecné* y la latina: *ars* son equivalentes. Además, señaló que las palabras: *arte*, *artefacto* y *artífice* están relacionadas por su significado original; la habilidad, o el producto de hacer algo con destreza y técnica, para lograr una ventaja (26). *Artefacto* es entonces cualquier objeto -material o inmaterial- diseñado y fabricado por el hombre, con el propósito de obtener un beneficio.

Se ha visto que los sistemas inanimados, la vida biológica y el mundo diseñado por el hombre tienen forma y estructura. Su evolución ha mejorado -en diferentes escalas de tiempo- mediante una secuencia de diseños que en la naturaleza siempre está dirigida a mejorar su desempeño y eficiencia. Los artefactos creados por el hombre siguen el mismo principio que está presente en la naturaleza, pero su desempeño está condicionado por los diversos criterios y propósitos del diseñador y, por lo tanto, su eficiencia se debe evaluar con esos parámetros. Como en la naturaleza, el diseño realizado por el hombre es un proceso que ha producido -en el transcurso del tiempo- las diversas configuraciones de la cultura material que nos rodea.

La acción de con-formar, de diseñar, ha sido definida con diferentes palabras en el curso del tiempo. La palabra *diseño* es irrelevante; sin embargo, lo básico es que actualmente señala la acción de prefigurar, conformar y construir en un solo término, que designa tanto a una acción -*diseñar*- como el resultado de esa acción -un *artefacto*.

Es importante establecer:

- Que el diseño es un fenómeno que surge y evoluciona espontáneamente en la naturaleza y -dentro de ella- también los artefactos ideados y fabricados por el hombre. Eso se comprueba mediante un recorrido histórico que hace evidente la transformación de los artefactos, sus características, y sus diversas escalas;
- Que la *Ley constructal* hace posible evaluar, a través del tiempo la forma, estructura y utilidad de los diseños;
- Que el diseño realizado por el hombre es una actividad que ha permitido conformar un mundo diferente al natural, pero que depende de él;
- Que los diseños -los artefactos- han tenido una creciente complejidad, que abarca muy diversas acciones humanas; y que comprenden el diseño tanto de artefactos físicos, como inmateriales.

Como se verá en el siguiente subcapítulo, el desarrollo de los artefactos ha estado profundamente relacionado con la conciencia humana, que los ha hecho posibles.

## Notas.

1. Gould S. J. (1994) *The evolution of life on earth*. Scientific American, October, p. 85-86  
*La evolución no ha sido un proceso lineal, e inevitable, ni resultado del determinismo de la selección natural; ha sido producto de eventos fortuitos que han posibilitado la evolución y adaptación de la vida y de la especie humana, y que han extinguido otras.*
2. Dussel E. Op. cit. p. 14-17
3. Bourguine P. / Lesne A. (2011) *Morphogenesis: origins of pattern & shapes*. Londres, Springer
4. Russell E.S. (1916) *Form and function: a contribution to the history of animal morphology*. Londres, John Murray, p.2
5. Goethe W. (1817) *Schriften Zür Morphologie (Escritos sobre morfología)*. Goethe definió el término *Morfogénesis*.

- Cuvier G. (1817) *Leconsd' anatomiecompareé*. Paris, Baudin
6. Jencks C. (1973) *Modern movements in architecture*. Nueva York, Penguin Books,p.29-94
  7. Darwin Ch. (1859) *On the origin of species*, London
  8. Butler S. (1882) *Evolution, old and new*, New York, E. P. Dutton & Co.
  9. Thompson D. W. (1917), (1963) *On growth and form* Cambridge University Press, p.11
  10. McHarg I. (1967) *Design with nature*,Nueva York J. Wiley,
  11. Novak M. A. (2006) *Evolutionary dynamics*. Cambridge, Harvard University Press
  12. Weinstock M. (2010) *The architecture of emergence*. J. Wiley, Sussex,p.1 y 11
  13. Bejan A. (2013) *Design in nature*.New York, Knopf Doubleday  
Bejan es profesor de ingeniería en la Universidad Duke. Graduado del MIT, tiene un posdoctorado en la Universidad de California en Berkeley.
  14. Idem. pp.6 y 102  
*La ley constructal es lo que en la ciencia se conoce como primer principio; una idea que no puede deducirse o derivarse de otras leyes (si lo fuera sería un teorema). Es una ley de la física que gobierna la generación de la forma y estructura macroscópica en la naturaleza. Como todas las leyes científicas, es un resumen que comprende millones de observaciones de fenómenos naturales del mismo tipo.*
  15. Idem. p.55
  16. Idem. P.63
  17. Bejan A. &Lorente S. (2010) *The constructal law of design and evolution in nature*.Philosophical Transactions. Royal Society, London, April, p.1335-1347
  18. Bejan A. *Design in nature*.Op.cit. p.55-56 y 63

*El diseño es un fenómeno que surge y evoluciona espontáneamente en la naturaleza... de la que somos parte y nuestros diseños están gobernados por el mismo principio de todo lo demás: la ley constructal*

19. Idem. p.2

*El cauce de los ríos, los sistemas cardiovasculares, y las descargas eléctricas de los relámpagos son sistemas de flujo muy eficientes para mover agua, sangre y electricidad... Todos están gobernados por el mismo principio, la ley constructal.*

20. Idem. p.168

21. Idem. p.115, 175 y 221

22. Bejan A. & Lorente S. Op. cit.

23. Bejan A. Op. cit. p.102

24. *Massive change*. (2004) Londres, Phaidon Press

*Para la mayoría de nosotros, el diseño es invisible, hasta que falla.*

25. Flusser V. *Filosofía del diseño*. Op. cit. p.17

### **1.3. Desarrollo de la conciencia y de los artefactos.**

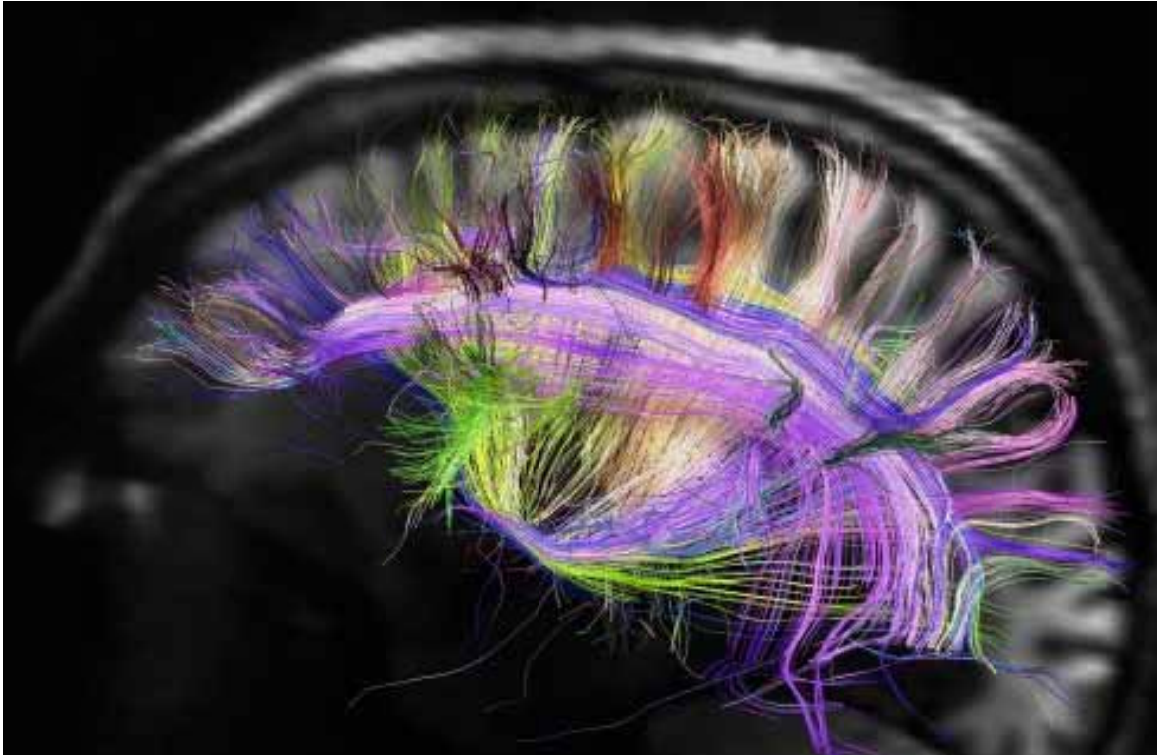


fig. 7. Tomografía del cerebro humano

### **Sinópsis:**

*El desarrollo de la conciencia implicó centenares de miles de años para que los homínidos pudieran establecer la conexión vital entre el movimiento y la percepción de sus efectos. Esa conexión es el origen de las acciones voluntarias -no instintivas- del hombre, y es también el origen del proceso de diseñar: de planear acciones y construir artefactos, que modifican el entorno para mejorar las acciones humanas. La evolución de la capacidad cerebral del Homo faber -el mamífero que fabrica- se dio como consecuencia de su mayor interacción con el mundo exterior, lo que permitió procesos cada vez más complejos de abstracción. La conciencia práctica -operativa- fue el origen del diseño. Primero la realizó con su cuerpo y después con artefactos cada vez más complejos. La inclusión de la carne en la dieta, hizo que el cerebro de los homínidos creciera cuatro veces más que el de los antropoides, lo que les facilitó las funciones cognitivas para fabricar y usar artefactos y, posteriormente, desarrollar el lenguaje. A medida que se avanzó se dio también un incremento en la conciencia entre la causa y su efecto; que fue el origen del diseño y de la tecnología.*

*El diseño fue una de las primeras acciones de los hombres; un conocimiento práctico que se perfeccionó al realizar artefactos cada vez más complejos, en la tecnología empleada y en el tipo de energía que se requirió para fabricarlos. El siguiente paso evolutivo fue la gradual estructuración de la escritura. La codificación del conocimiento permitió su difusión y preservación de manera más fiel y exacta. el aspecto más sorprendente de la evolución es la habilidad para generar cooperación en un mundo competitivo.*



*La creación de los lenguajes, la diversificación de los artefactos, y la organización social fueron resultado de la ampliación de la capacidad cerebral y de la conciencia del hombre.*

### ***Evolución de la conciencia.***

El desarrollo de la capacidad de ser conscientes de sí mismos y del entorno, implicó centenares de miles de años para que los *homínidos* pudieran establecer la conexión vital entre el movimiento y la percepción de sus efectos: en sí mismos, en otros animales, y en el entorno. Esa conexión es el origen de las acciones voluntarias -no instintivas- del hombre, y esa conciencia es también el origen del proceso de diseñar: de planear acciones y construir artefactos, que modifican el entorno para mejorar las acciones humanas.

De esa evolución no quedaron escritos que la explicaran; sin embargo, ese proceso quedó y está embebido en la conciencia humana y en cada artefacto, y se puede descubrir en su conformación y proceso de fabricación. Ese desarrollo no sólo explica la evolución de los artefactos, también incluye el de la conciencia del hombre. Porque sólo el hombre es consciente, de ser consciente. Esa conciencia le ha permitido desarrollar la cultura material -lo modificado y construido- y le permite ahora a los niños manipular instintivamente los comandos de una computadora, o un teléfono multifuncional, sin una preparación previa. El proceso de diseño está integrado en cualquier artefacto, pero como no es evidente, difícilmente se aprovecha para innovarlo y mejorarlo. En arquitectura esa conciencia-práctica ha sido integrada en cada uno de los edificios construidos.

Investigaciones tan variadas como las realizadas por Dussel, Flusser, Gibson, Wolpert, y otros, han señalado que la evolución de la capacidad cerebral del *Homo faber* -el mamífero que fabrica- se dio como consecuencia de su mayor interacción con el mundo exterior, lo que permitió procesos cada vez más complejos de abstracción. Esa evolución incluyó la fabricación de artefactos: armas, esculturas, utensilios, pinturas, ornamentos, las primeras cabañas y poblados y, en paralelo, el desarrollo del lenguaje y de la escritura; lo que se ha denominado *cultura material*(1).

Aunque este proceso ha sido analizado por muchos investigadores para explicar cómo los seres humanos han evolucionado para hacer artefactos, comunicarse y relacionarse socialmente de manera más compleja que otras especies animales, aun no se ha enfatizado que el diseño ha sido una actividad que surgió en paralelo a la evolución del *Homo Faber*, y no -como se supone- a partir de la era Industrial.

La conciencia, el conocimiento que se tiene sobre uno mismo y del entorno, implica también la recepción y respuesta a los estímulos del

interior y el exterior del cuerpo. Se ha estudiado que ser consciente y actuar son acciones que han distinguido la evolución del hombre. En el sentido más estricto, antes que desarrollar la conciencia reflexiva, el hombre tuvo que realizar acciones en su entorno para poder sobrevivir.

Desde hace millones de años, la habilidad de diseñar ha requerido el control de la mano y la coordinación de las señales táctiles, la vista, y la planeación y ejecución de las acciones que se necesitan realizar en un orden determinado, para lograr un objetivo. La conciencia práctica-operativa fue el origen del diseño. Primero el hombre la realizó con su cuerpo y después con artefactos cada vez más complejos.



fig. 8. *Bisonte*. España, Cueva de Altamira, 35,000 a.C.

Esa evolución -el descubrimiento del fuego, la cocción de alimentos e inclusión de la carne en la dieta- hizo que el cerebro de los *homínidos* creciera cuatro veces más que el de los antropoides, lo que les facilitó las funciones cognitivas para ser progresivamente conscientes y fabricar y usar artefactos y, posteriormente, desarrollar el lenguaje y la escritura.

En el ser humano moderno la corteza cerebral y sus conexiones ocupan el 80% del volumen del cerebro que aloja las funciones más



complejas. Una porción del lóbulo frontal o corteza prefrontales la que regula las funciones que distinguen a nuestra especie; como la capacidad para diseñar artefactos; desarrollar un plan y ejecutarlo; tener pensamiento abstracto; llevar a cabo razonamientos lógicos, inductivos y deductivos; tomar decisiones; e inhibir impulsos agresivos que nos permiten vivir en sociedad.

El uso inteligente de artefactos fue posible porque se desarrolló la variedad de acciones complejas que se requieren para planear acciones y movimientos, y para el desarrollo del lenguaje; que es una de las funciones más complejas del cerebro humano. Del procesamiento de sus distintos componentes se encarga la corteza cerebral, la estructura más compleja y reciente desde el punto de vista evolutivo, que ayudó a los procesos de socialización. El hecho de que toda la humanidad comparta un origen común en África indica que la aparición del lenguaje es anterior al movimiento migratorio que los *Homo sapiens* iniciaron hace 60,000 años(2).

Un aspecto sorprendente, que ha sido recientemente investigado por el biólogo Martin A. Nowak, es la importancia de la cooperación en la evolución de los organismos vivos: *Dos principios fundamentales en la evolución son la mutación y la selección natural; pero la evolución ha sido construida por la cooperación. La cooperación permite la especialización y promueve la diversidad biológica. La cooperación es el secreto detrás del proceso evolutivo. Quizá el aspecto más sorprendente de la evolución es la habilidad para generar cooperación en un mundo competitivo. Por eso, podríamos añadir la cooperación natural como un tercer principio fundamental en la evolución, además de la mutación y la selección natural.* Esos procesos se desarrollaron desde el inicio de la vida orgánica: *En los pasados 600 millones de años de vida en la tierra, las bacterias inventaron toda la bioquímica de la vida. Las Eukariotas inventaron la genética y cómo construir complicadas plantas multicelulares y animales; y los humanos serán recordados por el lenguaje* (3). El historiador israelí Noah Harari ha estudiado también la evolución del *homo sapiens*: *...nuestra especie ha sido la primera capaz de forjar inmensas redes de cooperación a gran escala: tribus, iglesias, ciudades, imperios, naciones, organismos supranacionales, y multinacionales globales.* Esa cooperación ha estado basada en lo que definió como: *...el pegamento social de los mitos, que ha sido un factor crucial en el éxito evolutivo de la especie humana; aunque es evidente que las mitologías del *sapiens* también han provocado la muerte de millones de personas* (4).

### **Origen de la tecnología.**

Hay centenares de artefactos que son pruebas de la capacidad de crearlos y fabricarlos con diversos materiales y escalas. Es evidente que la fabricación de artefactos, que se desarrolló durante centenares de miles de años, se realizó al principio utilizando los elementos que el *Homo-faber* tenía cerca. Posteriormente, la posibilidad de manipularlos y transformarlos fue resultado de prolongados ensayos y errores. A medida que se avanzaba en esa manipulación se dio también un incremento en su conciencia, entre la causa y su efecto; que fue el origen del diseño y de la tecnología.

Como lo ha señalado Lewis Wolpert: *La tecnología, la habilidad de manipular deliberadamente el entorno para mejorar las oportunidades de sobrevivir, es una característica fundamental de los humanos... La tecnología originalmente fue resultado del imaginativo ensayo y error. El uso de herramientas fue probablemente la adaptación más importante en la evolución humana... El inicio de la tecnología no le debe nada a la ciencia; ya que la ciencia sólo comenzó a tener alguna influencia al final del siglo XVIII* (5).



fig. 9. Piedra con marcas para contar. Caverna Blombos, Sudáfrica 77,000 a.C.

### **Causa y efecto.**

Conciencia, certeza, o habilidad, son términos que intentan explicar la capacidad de encontrar la relación entre causa y efecto, que fue y sigue siendo el inicio del acto de pensar, de crear o *diseñar* algo y fabricarlo con la técnica adecuada. El diseño fue una de las primeras acciones de los hombres; un conocimiento práctico que se perfeccionó al realizar artefactos, como extensión de sus manos, para poder sobrevivir. La reflexión o la auto-conciencia fue un acto posterior, que sigue perfeccionándose. Wolpert concluye su investigación afirmando: *Se puede argumentar con firmeza que un paso clave en la evolución del*

*hombre, que lo diferenci6 de otros primates, fue la adquisici6n del conocimiento causa-efecto... El conocimiento causa-efecto es esencial para realizar herramientas complejas, y para planear anticipadamente; y todos los otros mamíferos, incluidos los primates, no tienen esas habilidades (6).*

Al igual que la interrelaci6n entre el desarrollo de la capacidad de la auto-conciencia del hombre y la fabricaci6n de artefactos, las formas producidas por la cultura humana han surgido, evolucionado, desarrollado y persistido mediante esa interrelaci6n.

### ***Salto evolutivo.***

En paralelo a la acci6n de erguirse, que permiti6 que los *homínidos* liberaran sus manos y pudieran ver el horizonte, la capacidad de su cerebro se increment6 -durante cientos de miles de años- para poder realizar acciones m6s complejas. Cada dedo de la mano pudo tocar las otras falanges, la vista mejor6 y fue necesario desarrollar un rudimentario sentido de orientaci6n; esas acciones requirieron tambi6n el desarrollo de la capacidad de ver y comprender el entorno y de crear artefactos, por medio del ensayo y el error, como extensiones -pr6tesis- de las manos, para poder sobrevivir. Esa extraordinaria evoluci6n lo fue tambi6n de la capacidad cerebral y del desarrollo de la conciencia del hombre: de ser consciente de ser consciente (7).

El descubrimiento en la cueva de Blombos, en Sudáfrica, de representaciones geom6tricas entre los años 100,000 y 75,000 a.C. indica un aumento del pensamiento simb6lico del *Homo Sapiens*, anterior de las emigraciones hacia Europa, donde se han descubierto objetos y pinturas con un nivel de abstracci6n y representaci6n m6s elaborado (8).

El filósofo Jean Gebser describi6 esas mutaciones, o saltos evolutivos de la conciencia que han ocurrido en la historia humana, y asoci6 cada una de esas eras a la percepci6n de las dimensiones del entorno; que ha marcado las diversas etapas de las civilizaciones(9).

El progresivo avance de la capacidad de la especie humana para realizar abstracciones, procesos y acciones cada vez m6s complejas ha sido analizado tambi6n por Flusser (10). Esos cambios se pueden ver en la complejidad cada vez mayor de los artefactos, en la tecnología empleada y en el tipo de energía que se requiri6 para fabricarlos (11).

### ***Diseño: dibujo y escritura.***

Desafortunadamente no se tienen más que algunos restos de edificios, murales y tablillas, que permitan una información más completa sobre las civilizaciones en Mesopotamia, aunque allí existieron asentamientos humanos desde hace 6,700 a 3,000 años a. C. En todos esos restos hay evidencias de la actividad del diseño; que tenía ya una organización y diversas especializaciones. Esa fue también una de las primeras regiones agrícolas del mundo, en la que los nómadas se hicieron sedentarios.

En esas civilizaciones se desarrolló una rudimentaria transmisión de conocimientos, primero por medio de dibujos, pictogramas y, finalmente, con líneas -signos- que hicieron posible el desarrollo de alfabetos (12).

Aunque sólo hay algunas muestras de tablillas o piedras con textos, se ha logrado identificar la sustitución progresiva de pictogramas por grafismos más simples, con elementos fonéticos y de gramática, en los que -como en la escritura cuneiforme- se ha podido identificar el uso de sílabas. Esa evolución, desde los pictogramas a los primeros alfabetos ideográficos, se puede verificar también en diferentes fechas y con diversos grados de desarrollo en las civilizaciones de Egipto, China, y en las de Mesoamérica.

En Egipto, las pirámides, las obras de orfebrería, pinturas, bajo-relieves, y esculturas son prueba del dominio de procesos de abstracción muy desarrollados, que utilizaron diversos órdenes de simetría en pintura, escultura y arquitectura (13). Esa impresionante variedad de ejemplos -que aún existen- demuestra que el origen de la civilización Occidental no fue en Grecia, sino en Mesopotamia y Egipto.



fig. 10. Tablilla, Ur, 2,900-2600 a. C. describe una entrega de cebada y comida.



fig. 11. Roca basáltica con la descripción de la restauración de Babilonia, 670 a. C. realizada por el rey asirio Asarhaddón, 681-669 a. C.

Se ha estudiado también que el siguiente paso evolutivo fue la gradual estructuración de la escritura, que ha sido clasificada y muestra cambios progresivos de abstracción, desde los sistemas pictográficos, a los fonéticos. Eso es evidencia de una mayor conciencia, que hizo posible la aparición de alfabetos y la redacción de textos que, al transmitirse posteriormente a Grecia, permitieron desarrollar más claramente la información: creando así un mundo progresivamente codificado (14). Ese proceso de abstracción supuso pasar de una realidad -por ejemplo, un mamut- para representarlo con un dibujo -una imagen- y posteriormente, sustituirlo con líneas -palabras- que lo evoquen. Se inició así la progresiva conciencia de los objetos, la secuencia de los eventos, y de las cantidades. Así se sustituyó la imaginación por la razón, y la escritura hizo posible el inicio de la historia. Ese proceso de integración de la conciencia con la actividad de diseñar sigue vigente en la actualidad; ya que los niños dibujan, antes de poder describir lo que ven, o de poder escribirlo para explicarlo; porque un dibujo reproduce, crea y conforma, y el texto sólo explica.

### ***Difusión del conocimiento.***

El proceso gradual de la invención de la escritura ha sido uno de los logros humanos más trascendentes. El paso desde la palabra hablada, al proceso de codificación en signos lineales, hizo posible la difusión del conocimiento y desde entonces ha marcado todos los saltos cualitativos de la humanidad (15). Por decenas de miles de años esa transmisión fue oral; sin embargo, la codificación del conocimiento, por medio de la escritura permitió su difusión y preservación de manera más fiel y exacta. Otra manera de transmitir conocimientos, a la que no se le ha dado la atención que merece, ha sido con el diseño de artefactos -



desde el más sencillo a complicado- en los que están integrados los materiales, las técnicas y habilidades para prefigurarlos y producirlos.

Esas actividades han sido una prueba contundente tanto del aumento de la capacidad de abstracción, como de la auto-conciencia del hombre. La creación de los lenguajes, la diversificación de los artefactos, y la cooperación y organización social fueron también resultado de la ampliación de la capacidad cerebral del hombre (16).

En el siguiente subcapítulo se presentan las diversas definiciones que se han hecho sobre el diseño y sus escalas, que incluyen a la arquitectura.

## **Notas.**

1. Margolin V. / Buchanan R. (1995) *The idea of design*. Cambridge, MIT Press, p.21
2. Tattersall I. (1999) *Becoming human: evolution and human uniqueness*. Nueva York, HarcourtBrace,  
K. R. Gibson K. R. / Ingold T. (1994) *Tool making, language and cognition on human evolution*. Cambridge University Press  
*Textos de diversos especialistas presentan, basándose en evidencias arqueológicas y etnográficas, la evolución de los homínidos y el aumento de las relaciones neuronales de los procesos cognitivos necesarios para el desarrollo del lenguaje, la fabricación y uso de artefactos, y cómo se unieron esas capacidades en los procesos de evolución cognitiva.*  
Bronowski J. (1973) *The ascent of Man*  
*El ascenso del hombre*, Fondo educativo Interamericano, 1979.  
Capítulo I, p.40-42  
*Cada animal deja vestigios de lo que fue, pero sólo el hombre deja vestigios de lo que ha creado.*
3. Nowak M. (2006) *Five rules for the evolution of cooperation*.  
Science, vol.314, no. 5805, December 8  
(2006) *Evolutionary dynamics: exploring the equations of life*.  
Cambridge, Harvard University Press, p.6-7
4. Harari Y. N. (2014) *De animales a dioses: una breve historia de la humanidad*. Madrid, Editorial Debate
5. Wolpert L. (2003) *Causal belief and the origins of technology*.  
Londres, Philosophical Transactions of the Royal Society
6. Idem.

7. The Architectural Review, feb, 2013, Londres, p.18  
*La epifilogenética y la arqueología cognitiva mantienen que la inteligencia humana evolucionó como resultado directo de la interacción somática con artefactos externos.*
8. Henshilwood, Ch. S. et al. (2011) *A 100,000-year-old ochre-processing workshop at Blombos Cave, South Africa*. Science, no. 334, p. 219-222
9. Gebser J. (1986) *The ever-present origin*. Ohio University Press
10. Flusser V. (2011) *Hacia el universo de las imágenes técnicas*. UNAM, ENAP, México, p.12-13
11. Flusser V. (2002) *Writings*. Minneapolis, University of Minnesota Press, pp. 46-50
12. Sampson G. (1990) *Writing systems: a linguistic introduction*, Stanford University Press, p. 78  
Los ejemplos de sistemas ideográficos más conocidos son de hace 6,600 a 3,200 a.C. En Mesoamérica, la evidencia más antigua de escritura es Olmeca (1,000 a.C) y se encontró en Veracruz. Science, 2006, Vol. 313 no. 5793, p.1610-1614
13. La pirámide de Keops -2,566 a.C- fue por más de 4,000 años la construcción -el artefacto- más alto del mundo, y un ejemplo del desarrollo alcanzado por los egipcios en el diseño tridimensional.
14. Flusser V. op. cit. p. 36-38  
*Antes de la invención de la escritura, las imágenes eran un medio decisivo para la comunicación. La invención de la escritura no fue tanto la invención de nuevos símbolos, más bien fue convertir las imágenes en líneas (signos). Afirmamos que con ese evento terminó la prehistoria y comenzó la historia en su verdadero sentido.*
15. Sagan C. (1987) *Los dragones del Edén: especulaciones sobre la evolución de la inteligencia humana*. México, Editorial Grijalbo  
*Después de la invención de la escritura se hizo posible reunir, integrar y utilizar la sabiduría acumulada de todas las épocas y de todos los pueblos. La cultura escrita nos permite entablar contacto con los intelectos más poderosos e influyentes surgidos a lo largo de la historia.*



16. Weinstock M. (2010) *The architecture of emergence*. Sussex, John Wiley, p.154

*La evolución de la capacidad cognitiva, la fabricación de herramientas, la comunicación, la cooperación social y la organización metabólica estaban todas integradas. Lo siguiente fue que la cooperación y la organización social que se requería para cazar, cuando se extendió a la construcción colectiva de refugios, inevitablemente llevó a compartirlos.*

#### ***1.4.Diseño y arquitectura.***

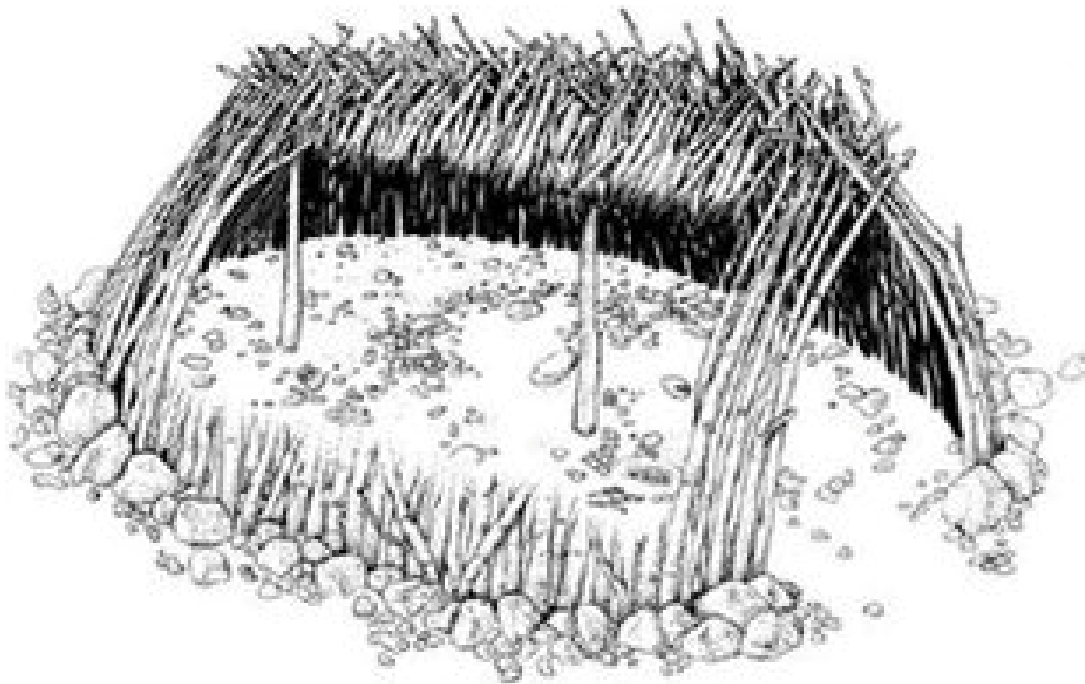


fig. 12. Francia, Terra Amata. *Reconstrucción Cabaña* 380,000 aC.

## **Sinópsis:**

*Como el origen del diseño, el de la arquitectura fue también anterior a la aparición de la escritura y a la noción de la historia, que no tiene más de 10,000 años de antigüedad. Las excavaciones realizadas en Terra Amata, revelaron un grupo de cabañas, que han sido datadas en 380,000 años de antigüedad. Los restos que aún se conservan de edificios, están en Medio Oriente. En Gobelik Tepe, Turquía, hay restos de construcciones - aparentemente con fin religioso- de hace 10,000 a 9,000 a.C. Todas esas evidencias prueban la hipótesis formulada en el subcapítulo 1º. Que el diseño es una actividad que se manifiesta en diversas escalas y formas, y que la arquitectura es una de ellas. El avance de la actividad de diseño, y de lo que ahora se define como arquitectura, es una prueba de procesos de socialización cada vez más complejos.*

*El proceso de diseño existió mucho antes de que se inventara una palabra para definirlo. La actividad del diseño, primordial en la evolución del hombre, fue designada con diferentes nombres y significados desde el siglo IV a. C. hasta el final del Renacimiento en Europa. La primera definición de la palabra design fue en el Diccionario Oxford en 1548. La mayoría de las definiciones del diseño sólo lo reconocen como actividad, a partir de la revolución industrial. En la concepción clasista que se tiene de las artes, se considera que el diseño es un arte inferior. El diseño es una actividad que define, conceptualiza, representa -dibuja o modela y construye artefactos, que tienen un uso socialmente relevante. Una teoría general del diseño -como una nueva ciencia- fue planteada por Herbert Simon, en su libro Las ciencias de lo artificial. El diseño de los artefactos tiene que cumplir ciertos*

*objetivos para que sea eficiente y útil. Esa condición hace que su proceso pueda evaluarse y puedan preverse sus futuras configuraciones.*

*Una definición precisa hace posible que cualquier actividad se pueda realizar más eficientemente y, además, sirve para la práctica, la educación y la investigación. El Dr. Jorge Sánchez de Antuñano ha elaborado una definición general: El diseño es una actividad que modifica el entorno, para mejorar las acciones humanas. La actividad de diseñar es similar en muchas otras actividades, y el término se usa ahora para algunas que abarcan especializaciones muy diferentes. La mayoría de los artefactos, desde los más grandes a los pequeños, integran muchas piezas y los percibimos como una unidad. Las ciudades y los edificios son algunos de los artefactos más grandes y complejos diseñados por el hombre y su evolución ha sido determinada por un proceso de adaptación al medioambiente y a la diversidad de cada lugar. El diseño y construcción de ciudades ha sido y es una de las manifestaciones más evidentes del avance de diversas culturas. Ese entorno constituye un mundo, dentro del mundo natural que se ha configurado a través del tiempo.*

### **Edificios prehistóricos.**

En los subcapítulos anteriores se ha mostrado que el diseño y la arquitectura son actividades similares, que sólo se diferencian por sus características y la escala de sus artefactos (1). Como el origen del diseño, el de la arquitectura fue también anterior a la aparición de la escritura y a la noción de historia, que no tiene más de 10,000 años de antigüedad.

Hace 1.8 millones de años el *Homo Habilis* habitó los refugios naturales que ofrecían las cuevas y las salientes de rocas en África. Posteriormente, al tener que viajar más para obtener comida, desarrolló albergues para protegerse. Se estima que el *Homo Erectus* vivió en *Olduvai Gorge* -en África central- desde hace 1.5 millones de años, y hay evidencia de que el *Homo sapiens* ocupó también ese sitio de manera continua hasta hace 17,000 años (2).

Se ha señalado también la importancia de las excavaciones realizadas en *Terra Amata*, en la costa de Niza al sur de Francia, que han sido datadas en 380,000 años de antigüedad; donde se encontraron las huellas de un grupo de cabañas, con huecos para postes verticales, que indican que esas estructuras de madera, con planta oval de 15 metros de largo por 6 de ancho, se usaban por temporadas. Su tamaño, y los restos de hogueras en el centro de cada una, sugieren una construcción colectiva con habitaciones compartidas.

Todas esas evidencias prueban la hipótesis formulada en el 1er. Capítulo: *Que el diseño es una actividad que se manifiesta en diversas escalas y formas, y que la arquitectura es una de ellas.* El avance de la actividad de diseño, y de lo que ahora se define como arquitectura, es una prueba de procesos de socialización cada vez más complejos. Una

evidencia de que la mayor capacidad cognitiva del *Homo erectus* permitió mejor comunicación, una organización social más densa y la fabricación de artefactos más grandes y más complejos: cabañas y pequeñas aldeas, que dieron el origen a la arquitectura (3). Esas pruebas señalan que la arquitectura fue consecuencia de la progresiva complejidad y del aumento de escala de los artefactos; que primero fueron realizados para aumentar las capacidades del cuerpo humano y después se hicieron más grandes, hasta conformar las aldeas prehistóricas (4).

Los restos que aún se conservan de los edificios más antiguos, están en Medio Oriente. En Gobelik Tepe, Turquía, hay restos de construcciones -aparentemente con fin religioso- de hace 10,000 a 9,000 a.C. En TellZeidan, Siria, los restos son de 6,000 a 4,000 a.C. En la región del antiguo Sumer, entre los ríos Tigris y Eufrates los restos de las ciudades de Uruk, Eridu y Ur tienen entre 5,900 a 3,200 años. En esa región se inventó la rueda (c. 3,500 a.C.), la escritura (c. 3,000 a.C.), y floreció la astronomía, las matemáticas, la agricultura y los sistemas de irrigación.

También hay restos de ciudades en la provincia de Anhui, entre los ríos Yangtze y Huaihe, al oriente de China, donde se descubrieron ruinas de una ciudad antigua (5,500 a.C.); y también en numerosos lugares en la India. En Europa las ruinas más antiguas se han encontrado en Provadia, Bulgaria (4,700 a 4,200 a.C.). En Egipto, la pirámide de Keops (2,566 a.C.) es una de las más antiguas del mundo. Todas esas evidencias señalan el avance de la actividad de diseño y construcción de lo que ahora se define como arquitectura, y de procesos de socialización cada vez más complejos.

### ***Definición del diseño.***

El proceso de diseño existió mucho antes de que se inventara una palabra para definirlo. Las transformaciones que ha tenido la definición de la actividad de diseñar provocaron que se perdiera el significado y las características de la creación y fabricación de artefactos. Aclarar cómo se realizaron esos cambios permite entender la ambigüedad que tienen aún términos como: *diseño, arte, artefacto, artesanías, o artífice* (5).

La actividad del diseño, primordial en la evolución del hombre, fue designada con diferentes nombres y significados desde el siglo IV a. C. hasta el final del Renacimiento en Europa. Se ha señalado que en Roma se sustituyó la palabra *poiésis*, por la de *ars*. Sin embargo, la diferencia entre las diversas "artes" motivó que, a partir del siglo XVI, surgiera otra palabra, diferente a la de arte, que se tomó de la latina *signum*-signo- para relacionarla con dibujo, trazo, boceto; y su

traducción a otros idiomas fue transformando y ampliando su significado: *disegno* (1563), *dessin* (1767), *design* (1849) (6).

En los países latinos se ha asociado la palabra *diseño* con el dibujo; en Inglaterra no ocurrió lo mismo y su significado se amplió paulatinamente: La primera definición de *design* en el *Diccionario Oxford* de inglés fue en 1548. En 1588 esa palabra fue usada como sustantivo para designar propósito, objetivo, o intención. Cinco años después asumió un significado más elaborado como: plan, o esquema, concebido en la mente para hacer algo; o la concepción inicial de una idea que debe ser llevada a cabo mediante una acción.

A partir de entonces, *diseño* dejó de ser una palabra genérica y fue adoptada por arquitectos, artesanos, y constructores como un término específico para describir los dibujos, planos o diagramas que indicaban en detalle cómo deberían de construirse sus obras. También se usó esa definición de diseño para describir el proceso mental que se hace para desarrollar las ideas representadas por esos dibujos y también su resultado (7).

La consolidación el término *design*, se realizó paulatinamente. La primera publicación fue el *Journal of Design and Manufactures* que se publicó entre 1849 y 1852 en Londres. En 1860, en la propuesta para fundar el *Instituto Tecnológico de Massachusetts MIT*, se incluyó al diseño como uno de sus cinco departamentos; *en el que se enseñarían los conceptos y habilidades de dibujo necesarios para el trabajo de arquitectos, ingenieros, y operadores de maquinaria* (8).

Las primeras definiciones sobre el diseño se limitaron a la actividad industrial (*industrial design*) y a la producción gráfica (*graphic design*); sin que se reconociera que es una actividad prehistórica; sin que se le relacionara con *poiésis* o *ars*, y sin una historia que le diera credibilidad ante las ciencias y las Bellas Artes ya instituidas. De hecho, la mayoría de las definiciones del diseño sólo lo reconocen como actividad, a partir de la revolución industrial; sin embargo, el diseño incluye todas estas actividades, incluida la arquitectura.

### ***Definición vigente sobre el diseño.***

Actualmente, la mayoría de las definiciones del diseño lo consideran como una actividad reciente -como *arte industrial*- ignorando que las evidencias arqueológicas han revelado que es una actividad prehistórica. Este es aún el criterio dominante, tanto en los textos, como en el *sistema de creencias* de la profesión.

El impacto y difusión del término *diseño* ya es mundial y ese fenómeno ha sido tan rápido que ha provocado que la palabra en inglés: *design*, se utilice ahora -sin traducirla- en otros idiomas (9).

Las artesanías gremiales	Las artes	Los diseños
La producción		
1. Tradicionalista 2. Trabajo manual enaltecido y sujeto a normas 3. Empirismo	1. Antitradicionalista 2. Trabajo intelectual sobrevalorado y libre 3. Teorización	1. Funcionalismo 2. Trabajo conceptual o proyectivo enaltecido y sujeto a prioridades económicas y tecnológicas 3. Teorización
El producto		
4. Medio religioso y prácticas de estructuración social 5. Ornamentado 6. En serie 7. Predominio de la escultura, la arquitectura y el mural	4. Profano y puro 5. Antiornamentalismo 6. Obra única 7. Predominio de la pintura de caballete	4. Medio industrial y masivo 5. Antiornamentalismo 6. Serie larga y masiva 7. Utensilios y entretenimientos
El productor		
8. Agremiado 9. Formación empírica	8. Libre 9. Formación académica	8. Asalariado 9. Formación universitaria
La distribución		
10. Por encargo y muy poco comercio	10. Predominio del comercio	10. Industrial de los productos
El consumo		
11. La feligresía como personaje histórico 12. La cotidianidad religiosa y la estética, ambas empíricas	11. Aparición y desarrollo del individuo 12. Informado y excepcionalidad de tiempo, lugar y persona	11. Las masas como nuevo personaje histórico 12. La cotidianidad utilitaria y la estética empírica del hombre común en su tiempo libre

fig. 13. Juan Acha. *Características de las artesanías, las artes y los diseños*

La definición del historiador y crítico Juan Acha es un ejemplo de cómo aún se divide -en actividades separadas- a las artesanías, el arte y al diseño: *Los diseños tampoco nacieron hechos y derechos, al igual que las artes y las artesanías, son también fruto de una nueva división*



*técnica del trabajo estético especializado que comenzó a germinar cuando la cultura estética de Occidente necesitó profesionales capaces de introducir recursos estéticos a los productos industriales... los diseños conjuntan el trabajo estético con el industrial masivo o, si se quiere, lo insertan en la base material de la sociedad... al provenir de una nueva división técnica del trabajo, los diseños se alinean al lado del arte y de las artesanías, como un fenómeno igualmente sociocultural, en general, y estético, en particular. Los diseños constituyen otra variante de la cultura estética occidental, la de su fase industrial masiva y capitalista monopólica (10).*

### **Teoría general del diseño.**

Una teoría es una imagen mental de cómo debería de ser algo. Una Ley es una definición concisa que resume y explica una tendencia universal de la naturaleza -un fenómeno- que previamente no se reconocía como distinto. Una ley es para todo, y todos los sistemas imaginables la cumplen. Una Ley implica tantas teorías como la mente quiera explorar. Una Ley y las teorías que implica, son predictivas. La Ley es universal, en tanto que cualquier teoría es específica. La ciencia es una actividad que busca y define las leyes que gobiernan los fenómenos naturales. En cambio, el diseño es una actividad que define, conceptualiza, representa, dibuja, modela y construye artefactos que tienen un uso socialmente relevante. Por eso, una teoría general del diseño debería incluir esos aspectos y también la modificación del entorno. De manera que entorno, uso, optimización y mejora deben ser incluidos y explicados por una teoría general, que incluya las diversas "especializaciones" o escalas del diseño.

Sin embargo, frecuentemente se asume que la actividad del diseño es reciente y que es complicada: *Debido a su juventud y a la heterogénea variedad de sus manifestaciones, resulta difícil trazar las diferentes definiciones de los diseños (11).*

Como lo ha señalado el diseñador inglés John Z. Langrish, lo que ha evolucionado no son los artefactos, sino las ideas sobre el diseño (12). El comentario de Langrish es muy útil, porque precisa que los artefactos no evolucionan, sino que se transforman mediante un proceso que es impredecible y que no garantiza que su diseño sea cada vez mejor. Aunque también mencionó que el biólogo Peter Medawar, premio Nobel, ha estudiado la evolución de los artefactos y de los instrumentos: *que han tenido un cambio lento y sistemático, del tipo que es perfectamente posible describir como una evolución... siempre que se admita que lo que ha tenido esos cambios evolutivos es el diseño, y no los instrumentos mismos (13).*

## ***Una nueva ciencia: el diseño.***

Una teoría general del diseño -como una nueva *ciencia*- fue planteada por Herbert Simon en su libro *Las ciencias de lo artificial*. Su propuesta implica una visión radicalmente diferente del diseño que aún no es debidamente apreciada, a pesar de que es considerado uno de los científicos más relevantes del siglo XX (14). Definió también el campo -sus objetivos- y la estructura de un plan de estudios para el diseño como -las *ciencias de lo artificial* (15).

Basado en su experiencia en la complejidad de los procesos y de las organizaciones, formuló una de las definiciones más completas sobre la amplitud del campo del diseño y de la actividad del diseñador; diferenciándolas de las ciencias reconocidas: *Diseña todo aquel que concibe un curso de acción que, a partir de una situación dada, alcance un desenlace ideal... el diseño entendido de este modo constituye la clave de toda formación profesional, es la marca distintiva de las profesiones frente a las ciencias* (16). Ante la amplitud de esta visión, y la necesidad de definir las implicaciones de la ciencia del diseño que planteó Simon, se mencionan algunas:

1. *Los procesos de diseño son análogos a disciplinas tan diversas como la arquitectura, la ingeniería o la música.*
2. *El diseño integra conocimientos teóricos y habilidades prácticas.*
3. *Su propósito es diseñar artefactos físicos, o inmateriales, para mejorar el entorno artificial humano.*

Simon estableció también la necesidad de plantear un programa de estudios de la ciencia del diseño, y su conclusión sobre las tareas pendientes que su propuesta definió es reveladora: *No he explorado ni mucho menos todas las facetas de la naciente ciencia del diseño. En particular he dicho muy poco acerca de la influencia de la representación de problemas en el diseño. Aunque hoy se reconoce la importancia de esta cuestión, aún estamos muy lejos de una teoría sistemática del tema* (17).

La amplitud del campo del diseño, y su utilidad para entender el mundo de lo artificial fue también anticipada por Simon: *No tardaremos en llegar a una situación en que el interés que despertarán en nosotros la ciencia y el diseño no estribará en cómo podemos modificar al mundo a través de tales actividades, sino lo que aprenderemos del mundo. Al igual que la ciencia, el diseño es una herramienta para comprender y actuar* (18). La contribución de Simon para la nueva *ciencia de lo artificial* permite afirmar que definió con claridad su base científica, y sus características como conocimiento que surge de la práctica.

Su propuesta mostró la reticencia que las ciencias naturales tienen para aceptar conocimientos que no sean completamente comprobables: *En vista del papel fundamental que desempeña el diseño en la actividad profesional, resulta irónico que las ciencias naturales hayan casi expulsado a las de lo artificial de los currículos académicos profesionales de este siglo (19).*



fig. 14. Apple I-Phone5, 590 millones vendidos de 2007 a 2014  
Steve Jobs: *Algunas personas piensan que el diseño es cómo se ve algo, pero si profundizas realmente es cómo funciona.*

***Utilidad: propósito, eficiencia, desempeño y uso.***

La experiencia de Herbert Simon en el campo de las nuevas ciencias de lo artificial, le permitió enfatizar la importancia de evaluar la utilidad de los artefactos: su propósito, eficiencia y desempeño(20). Ese aspecto es central y distingue a todas las actividades del diseño; diferenciándolas de las puramente artísticas. La utilidad de cualquier artefacto es la causa principal de su existencia y a pesar de la complejidad y diversidad de aspectos que abarca, es la única forma de saber si cumple o no con su objetivo básico: *mejorar las acciones humanas.*

Además, su evaluación permite que entre varias alternativas se pueda seleccionar la que ofrece la máxima eficiencia, a partir de la definición de los requerimientos. *El proceso del diseño conlleva, primero, la generación de alternativas y luego, la comprobación de estas alternativas ante una serie de requerimientos y restricciones* (21). Además, mencionó el aspecto central que tiene el uso de los modelos en el desarrollo y evaluación de los artefactos: *Como gran parte del diseño, particularmente en arquitectura y en ingeniería, tiene que ver con objetos y agrupaciones en el espacio euclidiano bidimensional o tridimensional, la representación del espacio y de las cosas será necesariamente un tema central de la ciencia del diseño* (22).

Si podemos justificar de manera cuantificable porqué un artefacto es mejor y más útil que otro, o porqué es más eficiente, o tiene mejor desempeño (*performance*) que otro, se puede avanzar tanto en la investigación, como en la evaluación, de forma más explícita y organizada.

Como se ha analizado, varios autores han señalado la importancia de evaluar la utilidad y eficiencia de los artefactos: su uso, para poder superar la subjetividad de esas apreciaciones con pruebas objetivas. Philip Steadman distinguió cuatro aspectos importantes: *Cuando se hacen nuevos diseños que representan una modificación sustancial de los precedentes, y cuando no hay oportunidad de probar estos diseños en el mundo real por medio de prototipos, es necesario hacer ciertas predicciones teóricas sobre su desempeño, durante el desarrollo del proceso de diseño. Esas predicciones pueden ser más o menos específicas y precisas, y tendrán que ver con: la apariencia del artefacto; con su comportamiento físico en ciertos aspectos; con la manera en que la gente lo use; y con la relación, percepción, o juicios que tengan de él.* Steadman distinguió además la diferencia entre los objetivos del diseño y los de la ciencia: *El diseño realiza artefactos para cumplir propósitos específicos; en tanto que la ciencia hace predicciones o leyes sobre el comportamiento de cierta clase de objetos o fenómenos, bajo ciertas condiciones, y define los límites de esas clases y su comportamiento* (23).

Esa diferencia fue también analizada por Simon, con una declaración sorprendente: *...podemos concluir que, en gran medida, el verdadero objeto de estudio de la humanidad es la ciencia del diseño, no sólo como el componente profesional de una educación técnica, sino como una disciplina fundamental para toda persona* (24).

### ***La utilidad del diseño.***

El diseño de los artefactos tiene que cumplir ciertos objetivos para que sea eficiente y útil. Esa condición hace que su proceso pueda evaluarse y puedan preverse sus futuras configuraciones. Si no cumplen esos objetivos pueden ser considerados como objetos artísticos, sin un propósito útil,

excepto el de expresar la subjetividad de su autor. Inclusive, en este aspecto, VilemFlusser ha planteado la novedosa hipótesis de que se pueden evaluar obras artísticas, con mayor rigor y objetividad, por medio de un juicio estético que puede cuantificarse (25).

Es evidente que sólo mediante el uso de un artefacto se puede evaluar adecuadamente su utilidad, propósito, desempeño y eficiencia. Por eso se requiere saber previamente con qué parámetros o medidas se podrá definir y verificar esa evaluación. A diferencia de la ciencia, donde se puede y debe evaluar con precisión lo que se intenta demostrar; en el diseño no se puede aplicar ese criterio. Esa diferencia ha sido estudiada por diversos autores que, para explicarla, han señalado que la actividad científica se realiza sobre problemas bien estructurados; en tanto que el diseño lo hace sobre problemas muy diversos y mal estructurados. Simon mostró, como ejemplo de un problema mal estructurado, el diseño de una casa (26). Por sus características, el diseño no cumple siempre con alguno de los requerimientos de un problema bien estructurado, y eso ha llevado a que muchos diseñadores sostengan que no se puede evaluar, ni su actividad, ni los artefactos que realizan.

Cualquier artefacto diseñado tiene componentes -uno o miles- que regularmente están ocultos bajo su recubrimiento o envoltura exterior y por eso se les considera como una unidad; que puede ser un auto, reloj, edificio, un barco, o un teléfono portátil. Con el uso, esos artefactos pueden tener fallas en cualquiera de sus componentes que pueden causar graves consecuencias en su desempeño; errores que pueden hacer que todo el sistema falle, o se paralice, aunque la mayoría de sus partes esté en buenas condiciones. Eso se puede comprobar en cualquier tipo y escala de artefacto; pues basta desarmarlo -*deconstruirlo*- para darse cuenta de que en realidad es un sistema de partes que funcionan con un propósito o fin principal, que determina su utilidad y eficiencia.

### ***El diseño como sistema de producción.***

Simon mencionó también que el proceso de creación mediante bocetos, dibujos técnicos y modelos tridimensionales es lo que permite mejorar el diseño y disminuir las indefiniciones del problema a resolver, a medida que se avanza en el proceso. La evaluación de diseños anteriores puede servir también como método para producir nuevos y mejores diseños. De hecho, Simon mostró algo que muy pocos arquitectos y diseñadores conocen sobre su trabajo: *...la posibilidad de que ese proceso sea organizado como un sistema de producción, en el que los elementos que ya se han definido y usado y los aspectos que el diseño ha resuelto en determinada etapa, puedan servir como estímulo para evocar el siguiente conjunto de elementos* (27). Ese sistema de producción es uno de los "secretos" mejor



guardados por algunos arquitectos o diseñadores que se han distinguido por la calidad y consistencia de su trabajo; en el que cada obra forma parte de una serie; en un sistema de producción que garantiza un alto nivel de calidad y de eficiencia en todos sus edificios o artefactos (28).

### ***Definición general del diseño.***

Una definición precisa hace posible que cualquier actividad se pueda realizar más eficientemente y, además, sirve para la práctica, la educación y la investigación sobre esa actividad. Se han dado centenares de definiciones del diseño, pero se requiere una general, que incluya tanto sus características, como su objetivo y contexto básicos (29).

Desde 1964, Christopher Alexander definió el desarrollo de los proyectos de arquitectura y de planeación urbana como una actividad del diseño, entendido éste de la manera más amplia: *Estas notas son sobre el proceso de diseño; el proceso de inventar objetos físicos que tienen un nuevo orden físico, organización y forma, en respuesta a una función* (30). A partir de esa definición, y de manera progresiva, el término *arquitectura* se ha sustituido por el de *diseño* y se aplica a muy diferentes actividades (31).

Existen centenares de definiciones sobre el diseño, y la mayoría lo han considerado sólo en sus tres dimensiones, lo que es lógico. Sin embargo, es necesario considerar también los espacios virtuales, y la dimensión del tiempo. Por eso, una definición general del diseño debe abarcar sus características y objetivos, e incluir sus diversas actividades. Herbert Simon lo definió con claridad: *Los procesos de diseño son análogos a disciplinas tan diversas como la arquitectura, la ingeniería o la música... El diseño integra conocimientos teóricos y habilidades prácticas... Su propósito es diseñar artefactos físicos, o inmateriales, para mejorar el entorno artificial humano* (32).

Richard Buchanan, director de la Escuela de Diseño de la Universidad Mellon y co-editor de la revista *Design Issues* definió al diseño como: *...el poder humano para concebir, planear y realizar productos que sirvan a los seres humanos para lograr sus propósitos individuales y colectivos* (33). En la Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco, se da definido el diseño por el Dr. Luis Carlos Herrera: *El diseño es un proceso con muchas características y componentes, los cuales deben integrarse en una estructura compleja para lograr la significación intencional, dirigida y planeada hacia el otro, en la solución de un problema que debe satisfacer la necesidad expuesta por el emisor o cliente* (34); y también el Dr. Jorge Sánchez de Antuñano ha publicado una definición general que resulta muy clara y útil: *El diseño es una actividad que modifica el entorno, para mejorar las acciones humanas* (35). Estas definiciones son suficientemente breves para describir la actividad, y suficientemente abiertas para poder

especificar cómo se realiza; con qué medios y técnicas se modifica el entorno, y de qué manera se logran mejorar las acciones humanas.

Sin embargo, hay que mencionar que el diseño también ha contribuido a la destrucción del entorno, en el que está incluida la vida humana; con el peligro que esto representa para su propia extinción.

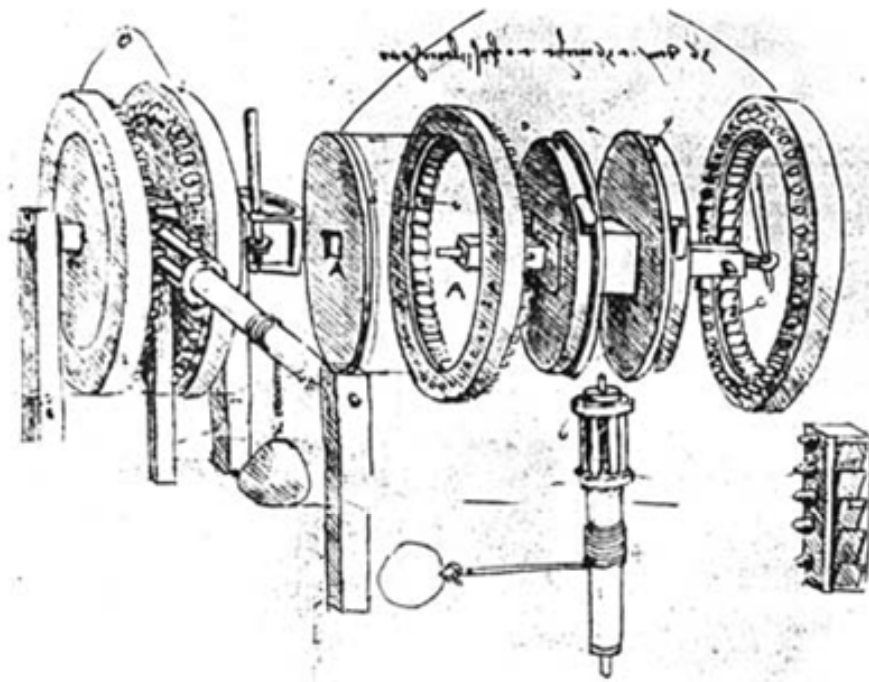


fig. 15. Leonardo da Vinci, *dibujo de engranes* c. 1485

Lo que actualmente se denomina *diseño* es un proceso que se realiza en varias etapas:

- 1a. Se define lo que se requiere.
- 2a. Se observa lo existente, lo ya construido,
- 3a. Se desarrolla el proyecto (lanzar -proyectar- hacia el frente, al futuro), usualmente por medio de dibujos o modelos tridimensionales,
- 4a. Se construye, lo que implica modificar o mejorar el proyecto que se construye,
- 5a. Se evalúa el artefacto construido; aunque el proceso también se puede iniciar con la evaluación de un artefacto, para generar otro.

### ***Escala de los diseños.***

Se ha insistido en que la actividad de diseñar es similar en muchas actividades, y el término se usa ahora para algunas que abarcan especializaciones muy diferentes (36). Nicolás Habraken,



Abraham Moles y otros autores han definido la escala de los artefactos, desde los más grandes y complejos, que contienen a los demás; los que están en el entorno construido, mobiliario, mensajes; hasta los más pequeños, que son manipulables (37). La manera de definirlos como artefactos, objetos, o utensilios, varía en cada caso, pero el concepto es el mismo: es algo diseñado y fabricado por el hombre.

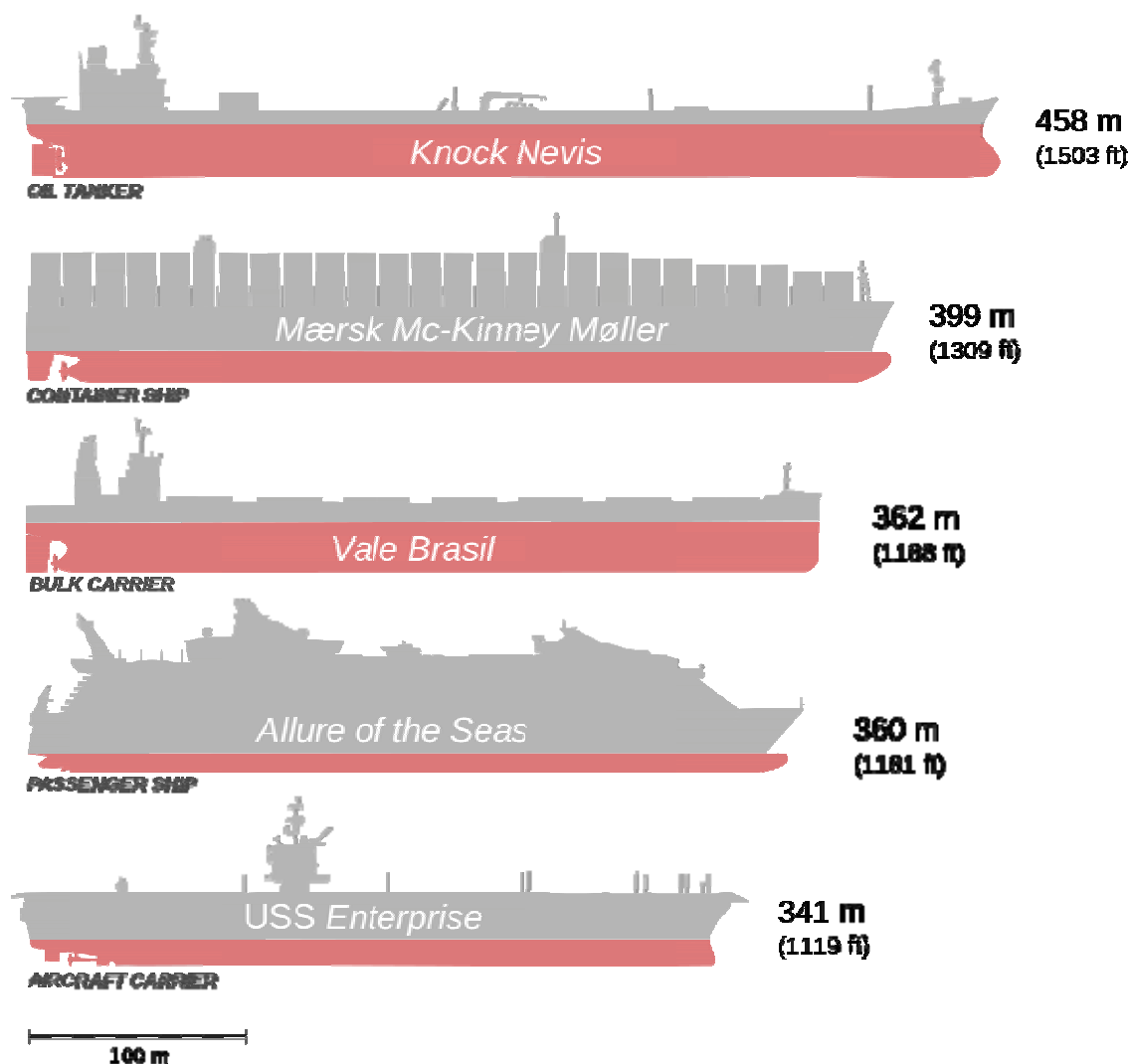


fig. 16. Escala de los barcos más grandes del mundo

La mayoría de esos artefactos, desde los más grandes a los pequeños, se integran con muchas piezas y –sin embargo- los percibimos como una unidad.



fig. 17. Piezas de un automóvil.

Las diversas escalas han definido también las especializaciones del diseño, como lo mencionó recientemente Michael Weinstock: *La arquitectura es una actividad importante del diseño... y usualmente actúa en una escala diferente.* Además, paulatinamente la proliferación de los artefactos, y sus escalas, han modificado drásticamente la naturaleza: *...la evolución biológica ha adaptado todas las especies vivas a sus entornos, la evolución de la cultura ha adaptado los entornos a la especie humana* (38).

Como lo ha señalado Simon, la escala progresiva de los artefactos ha configurado un entorno que es diferente del natural, porque ha sido diseñado: *El mundo en que vivimos hoy día es un mundo mucho más hecho por la mano del hombre, o artificial, que natural...Nos preguntamos si no pueda haber también una ciencia artificial, un conocimiento acerca de objetos y fenómenos artificiales... Cuando utilice el término artificial lo haré del modo más neutral posible, refiriéndome a lo 'producido por el hombre' en oposición a lo natural* (39).

### ***Diseño y arquitectura.***

El diseño: la actividad de crear y fabricar artefactos, con el propósito de mejorar las acciones humanas, ha tenido diversas manifestaciones y una de ellas ha sido el diseño de los espacios habitables -que se ha definido tradicionalmente como arquitectura. Como se mencionó, en *Terra Amata*, en la costa atlántica de Francia, se localizaron huellas de cabañas cuyos habitantes eran

cazadores, aparentemente *Neanderthals* (40). Otra de las evidencias más antiguas del origen de la arquitectura se encontró recientemente en Japón, donde se descubrieron huellas de cabañas que se fecharon en 500,000 aC. Ese lugar, en Chichibu al norte de Tokio, fue habitado por *Homo erectus*.

Sin embargo, la referencia escrita sobre la actividad y responsabilidad en la construcción (arquitectura), es el código de *Hammurabi*, que es más reciente (3,776 años). Ante esas evidencias resulta sorprendente que a pesar de que varios autores -desde Vitruvio- han señalado estos antecedentes, no se ha modificado aún el mito sobre el origen y la actividad de la arquitectura. La primera desmitificación fue realizada en el siglo XIX, por el arquitecto alemán Gottfried Semper, que publicó *Los cuatro elementos del arte de la construcción*, donde señaló que el verdadero origen de la arquitectura se debía de buscar en las cabañas primitivas, cuya antigüedad se ha confirmado en numerosas culturas y épocas (41).

En 1832, en la Universidad de Princeton, el notable científico norteamericano Joseph Henry declaró que; *...la arquitectura era una de las invenciones más antiguas de la humanidad y propuso la creación de una escuela de arquitectura civil*. Es extraordinario que un científico con extraordinarias aportaciones en electromagnetismo y física, enfatizara la antigüedad de la actividad de la arquitectura y que la considerara una "invención", y no un arte (42).

Michael Weinstock definió también el proceso gradual que determinó la aparición de diversas actividades humanas, desde las más antiguas, a las recientes, incluida la arquitectura: *La evolución de la capacidad cognitiva, la fabricación de herramientas, la comunicación, la cooperación social y la organización metabólica estaban todas integradas. Lo siguiente fue que la cooperación y la organización social que se requería para cazar, cuando se extendió a la construcción colectiva de refugios, inevitablemente llevó a compartirlos. Con esos datos se hace evidente que la aparición de los artefactos antecede al de la construcción de cabañas y al de pequeñas aglomeraciones de ellas; que son más recientes*(43).

Esos antecedentes permiten comprobar que la arquitectura no es una actividad distinta al diseño, ya que las evidencias confirman que son la misma actividad, a la que se le han dado diferentes nombres. Esas pruebas no sólo cuestionan la definición tradicional de la arquitectura, y su supuesta autonomía; implican también la necesaria revisión de sus diversas actividades y de su teoría.

Como lo han hecho ya numerosos investigadores, Juan Acha integró -como parte de los diseños- a la arquitectura y al urbanismo: *También hay un acuerdo tácito en aceptar como parte de los diseños al arquitectural y al urbano. En ambos diseños encontramos la actividad*

*proyectiva pero también la directora, pues el arquitecto o urbanista, además de proyectar su obra, dirige o supervisa la realización de ésta (44). Igualmente importante es la definición de la teoría del diseño y su relación con la arquitectura -que son actividades similares- propuesta por el Dr. Luis Carlos Herrera (45).*

### **Arquitectura y ciudad.**

Las ciudades y los edificios son algunos de los artefactos más grandes y complejos diseñados por el hombre y su evolución ha sido determinada por un proceso de adaptación al medioambiente y a la diversidad de cada lugar. Weinstock definió también ese aspecto: *Las características espaciales, materiales y metabólicas de las primeras ciudades estaban intrincadamente unidas al sistema ecológico y climático dentro del cual surgieron, con las variantes regionales del sistema primigenio del cual descendían (46).*



fig. 18. Cabaña contemporánea.

La actividad original de la arquitectura ha sido y es el diseño y la construcción de edificios y ciudades; y esa actividad implica, como lo ha analizado el arquitecto Nicolás Habraken, la participación social para realizarlos con los ideales y valores de cada cultura. *El entorno construido es una configuración compleja que se realiza por muchos actores, en muchos niveles, durante largos periodos de tiempo... Todos los entornos construidos comparten una estructura común que los hace, de manera específica, variaciones y transformaciones de cada uno(47).*



Aunque no es común definir los edificios y las ciudades como artefactos -como expresiones físicas de consensos culturales y sociales realizados con destreza- Habraken los definió así, como resultado del control e integración de tres aspectos: el físico-ambiental, el territorial, y el cultural. *Los entornos construidos son artefactos. Su coherencia total refleja una dimensión social. Su jerarquía formal refleja también los valores compartidos de los agentes que, dentro de ciertas limitaciones generales aceptadas, actúan colectivamente con condicionantes materiales, técnicos y económicos externos* (48).

El diseño y construcción de ciudades ha sido y es una de las manifestaciones más evidentes del avance de diversas culturas. Ese entorno constituye un mundo, dentro del mundo natural, que se ha configurado a través del tiempo. Esos entornos han modificado su escala desde las aldeas primitivas, las ciudades, hasta las modernas metrópolis; y ese proceso ha sido parte de la actividad del diseño. Un proceso que ha requerido la participación de muchos actores y que, durante mucho tiempo, fue diseñado, planeado y coordinado por arquitectos. *El consenso social sobre el entorno construido varía desde normas y reglamentos explícitos, hasta costumbres y hábitos tradicionales; y entre esos extremos hay toda clase de acuerdos* (49).



fig. 19. Ciudad de Nueva York, 2016

La labor tradicional del arquitecto implicaba su participación en todos esos procesos; por eso es fundamental que actualice y recupere

su participación en el diseño y construcción del entorno artificial, en todas sus escalas: *Actualmente, la realización de los edificios requiere toda clase de normas, regulaciones, productos industriales estandarizados, dibujos, especificaciones técnicas y contratos. Además, esas intervenciones requieren el trabajo de arquitectos, ingenieros y consultores para todo tipo de instalaciones, diseñadores de interiores y del paisaje, etc. Las estrategias financieras, legales y de ventas requieren de otros especialistas y comités que coordinan el proceso de diseño. Por último, la construcción del proyecto es otro proceso que implica también la participación de diversos expertos* (50).

Como se verá en el siguiente subcapítulo, las actividades del diseño y de la arquitectura son similares, y sólo se diferencian por sus características y por su escala.

## **Notas.**

1. Plowright P. D. (2014) *Revealing architectural design*. Nueva York, Routledge, Capítulo 2, La arquitectura como una disciplina del diseño.
2. Leakey, M.D. (1971) *Olduvai Gorge*. Cambridge University Press, Cambridge  
Las evidencias encontradas sugieren que Olduvai Gorge es el único lugar del mundo que ha sido habitado durante un millón y medio de años.  
Scarre, Ch. (2005) *The human past: world prehistory & the development of human societies*. Londres, Thames & Hudson, p. 114
3. Weinstock M. (2010) *The architecture of emergence*. Sussex, J. Wiley, p. 156
4. Jarzombek M. (2013) *Architecture of the first societies*. New York, J. Wiley
5. Flusser V. *Filosofía del diseño*. Op. cit.
6. Pevsner. (1982) *Las academias de arte*. Madrid, Ediciones Cátedra  
G. Vasari, Código de reglas de la *Accademia del Disegno*, 1563;  
J. J. Bachelier, programa para la *Ecole Elementaire du Dessin*, 1767
7. Rawsthorn A. (2014) *Hello world: where design meets life*. Ovelook Press, New York, p. 11 y 16



8. *El Journal of Design and Manufactures* se publicó en Londres, entre 1849 y 1852  
Angulo A. J. (2000) *William Barton Rogers and the idea of the Massachusetts Institute of Technology*. Johns Hopkins University Press, p.96
9. Flusser V. (1995) *On the word design*. Design Issues Vol. 1, No. 3  
Acha J. Idem, p.89
10. Acha J. (2009) *Introducción a la teoría de los diseños*. México, Editorial Trillas, p.89
11. Langrish J. Z. (2004) *Darwinian design*. Design Issues, autumn, p. 4-19  
*Hay que distinguir que, en el caso de los artefactos fabricados por el hombre no ha habido una evolución que permita afirmar que han progresado hacia formas más perfectas; porque ese proceso no es lineal ni asegura que los artefactos sean cada vez mejores; de hecho se han tenido y se tienen aciertos, pero también fallas enormes. Por eso es conveniente enfatizar que lo que ha cambiado es la evolución de las ideas.*
12. Ralph P. / Yair Wand Y. (2008) *A proposal for a formal definition of the Design concept*. Canadá, Sauder School of Business. University of British Columbia.
13. Defining-design.net
14. Herbert A. Simon (1916-2001) fue miembro de la *Academia de Ciencias y Artes norteamericana* (1959); recibió el Premio Turing (1975) *por sus importantes contribuciones a la inteligencia artificial, la psicología del conocimiento y el procesamiento de datos*. Recibió el Premio Nobel (1978) *por su trabajo pionero en los procesos de toma de decisiones dentro de las organizaciones*.
15. Simon H. *The sciences of the artificial* (1969).  
(2006) *Las ciencias de lo artificial*. Granada, Editorial Comares, p.237
16. Idem. p. 2-4
17. Idem. p.137

- 18.Idem. p.162
- 19.Idem. p. 133
- 20.Idem. p. 134
- 21.Idem. p.137
- 22.Idem. p.162
- 23.Steadman P. (1979) *The evolution of designs*. Cambridge University Press,pp.236-237
- 24.Simon H. Op. cit. p.133-163
- 25.Flusser V. (2002) *Writings*.Minneapolis, Minnesota University Press, p.51-57
- 26.Simon H. Idem. p. 165
- 27.Idem. p.133-134
- 28.Muchos arquitectos reconocidos desarrollan sus proyectos con un sistema de producción que les permite aprovechar sus pasadas experiencias y obras, como antecedentes para nuevos proyectos.
- 29.Ralph P. / Yair Wand Y.Op. cit. Definen al diseño como:*Proceso / Creación /Planeación / Actividad /Sistema / Propósito / Artefacto / Organización / Resultado / Optimización*  
definig-design.net
- 30.Alexander Ch. (1994) *Notes on the synthesis of form*. Cambridge, Harvard University Press, 1964
- 31.El término *arquitectura* tiene en Google 23,500,000 referencias; en tanto que el de *diseño* tiene411,000,000
- 32.Simon H. Op. cit.
- 33.Margolis V. (2010) *Doctoral education in design: problems and prospects*.Design Issues: Volume 26, Number 3 Summer 2010
- 34.Herrera Gutiérrez de Velasco L.C. (2002) *Lo tangible y lo intangible del diseño*. Departamento de Evaluación CYAD UAM A, México

35. Sánchez de Antuñano J. *El uso como fundamento del diseño*.  
azc.uam.mx/cyad/posgrado/files/libros\_VI/3.6\_EL\_USO.pdf  
*Un diseño es un artefacto material o inmaterial que le permite al usuario trascender algún límite existente dentro de su entorno. Por ello, el diseño busca modificar en alguna medida el entorno específico del usuario individual o comunitario...*
36. Diseño: *Arquitectónico, Automotriz, Bioclimático, Digital, Estructural, Gráfico, de Herramienta, de Ingeniería, de la Información, Industrial, de Interiores, del Paisaje, de Iluminación, de Productos, de Procesos y servicios, de Software, de Sonido, de Sistemas, Urbano, del Vestido, etc.*
37. Habraken N.J. (1998) *The structure of the ordinary*. Cambridge, MA. MIT. Press, p. 61
- Moles A. (1990) *El kitsch*. Ediciones Paidós, Barcelona, p.12-13
- Moles A. / Baudrillard J. / Boudon M. (1969) *Les objects*. París, Seuil
38. Weinstock M. (2010) *Architecture of emergence*. Sussex, J. Wiley, p.225
39. Simon H. Op. cit.
40. *hominides.com/.../terra-amata-site-prehistorique*
41. Toca A. (2004) *Origen textil de la arquitectura*. Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas Vol. XXVI, No. 85, México, UNAM, p.61-73
42. Robert Geddes. *Princeton University* 2014, *vimeo.com/100996172*
43. Weinstock M. Op. cit. p.152 y 154
44. Acha J. Op. cit. p.90
45. Herrera Gutiérrez de Velasco L.C. (2007) *Epistemología y sentimiento como parte esencial de una teoría del diseño*. México, *Diseñarte*, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. p.38-52
46. Weinstock M. Op. cit. Idem. p.213

- 47.Habraken N.J. Op. cit. p.16 y 27
- 48.Idem. p.226-7
- 49.Idem. p.232
- 50.Roberts M. / Greed C. (2001) *Approaching urban design*. Nueva York, Routledge, p.3-20

## 1.5. *Arquitectura: origen y características.*

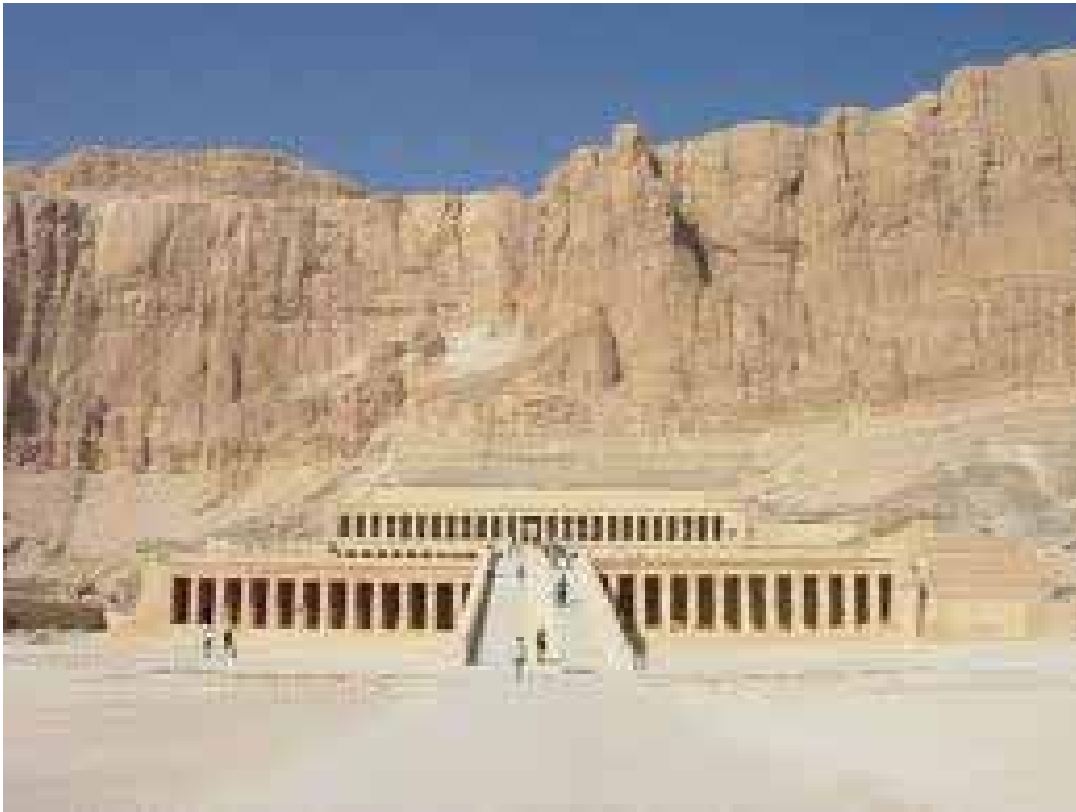


fig. 20. Templo funerario de Hatsetsupt, 1479–1458 a. C.

### **Sinópsis:**

*El texto más antiguo sobre la actividad de la construcción es el Código de Hammurabi (1,760 a.C.). En la arquitectura Occidental el texto teórico más antiguo y el de mayor influencia ha sido el tratado de Marco Vitruvio Polión (84-11 a C.). Hasta el siglo XIX ese tratado influyó en Occidente en la práctica y la reflexión sobre la arquitectura. La contradicción entre la teoría y la práctica de la arquitectura fue más aparente durante el siglo XIX, y provocó que se cuestionara la validez del tratado de Vitruvio y su influencia, y que surgieran nuevas aportaciones para superar el mito sobre el origen y características de la arquitectura. Una de las más importantes, surgida en Alemania, fue desarrollada por el arquitecto Gottfried Semper; que describió, utilizando ejemplos reales, los cuatro elementos que de manera original y sin alteraciones, definían la arquitectura prehistórica: el hogar -el primer y más importante de los elementos de la arquitectura- la plataforma o terraza de tierra; desplantada en ésta el techo sobre columnas y, finalmente el recubrimiento: la pared o valla tejida. La teoría de Semper hizo posible una revolución que desde el inicio del siglo XX, liberó paulatinamente a la arquitectura de los códigos formales clásicos. La influencia de la teoría de Semper fue evidente en Le Corbusier, con la publicación de los cinco puntos para una nueva arquitectura. Si se analiza la arquitectura contemporánea más*

*avanzada, se puede verificar hasta que punto está vigente aun esta teoría del siglo XIX. Esas diferencias explican el espectacular avance de la arquitectura ligera, y el atraso significativo de la producida con sistemas constructivos masivos.*

### **Origen mítico de la arquitectura.**

El texto más antiguo que se conserva sobre la actividad de la construcción es el Código de *Hammurabi* (1,760 a.C.). La importancia que se daba al trabajo del arquitecto-constructor queda evidenciada en el número de artículos que le dedica:

228. *Si un constructor (arquitecto) hizo una casa para otro y la terminó, el hombre le dará por honorarios 2 monedas de plata por unidad de superficie.*

229. *Si un constructor (arquitecto) hizo una casa para otro, y no la hizo sólida, y si la casa que hizo se derrumbó y ha hecho morir al propietario de la casa, el arquitecto será muerto.*

230. *Si hizo morir el hijo del propietario de la casa, se matará al hijo del arquitecto.*

231. *Si hizo morir al esclavo del dueño de la casa, dará al propietario de la casa esclavo por esclavo.*

232. *Si le ha hecho perder los bienes, le pagará todo lo que se ha perdido, y, como no ha hecho sólida la casa que construyó, y se ha derrumbado, reconstruirá la casa a su propio costo.*

233. *Si un constructor (arquitecto) hizo una casa para otro y no hizo bien las bases, y si un nuevo muro se cayó, ese arquitecto reparará el muro a su costo (5).*

### **Vitruvio y su tratado.**

En la arquitectura Occidental el texto teórico más antiguo que se conserva y el de mayor influencia ha sido el tratado de Marco VitruvioPolión (84-11 a C.) los *Diez libros de arquitectura (De Architecturalibridecem)* (6). En ese tratado es evidente la influencia del Código Hammurabi, en la primera de las características que debe tener la arquitectura: *firmeza*. El tratado fue también la primera recuperación del legado formal del pasado histórico y su dependencia con respecto a los órdenes de la arquitectura griega, que proponía como referencia.

Vitruvio mencionó como antecedente la construcción pre-histórica de cabañas. En la Introducción del Libro II, Vitruvio mencionó: *...daré previamente noticias sobre el origen que han tenido los edificios y los progresos que han alcanzado las invenciones...* En el capítulo I describe la vida salvaje de los hombres: *...como con el diario trabajo fueron haciendo sus manos más ágiles en la práctica de edificar, y perfeccionando y ejercitando su ingenio, unido a la habilidad, llegaron con la costumbre al conocimiento de las artes, y algunos, más aplicados y diligentes, se llamaron artífices de la construcción (arquitectos).*



Paradójicamente, al final del capítulo mencionó: *En efecto, en este libro no se enseña de dónde nace la arquitectura, sino de dónde proceden los orígenes de los edificios y por medio de qué normas se han consolidado y progresado -paso a paso- hasta su actual perfección (7).*

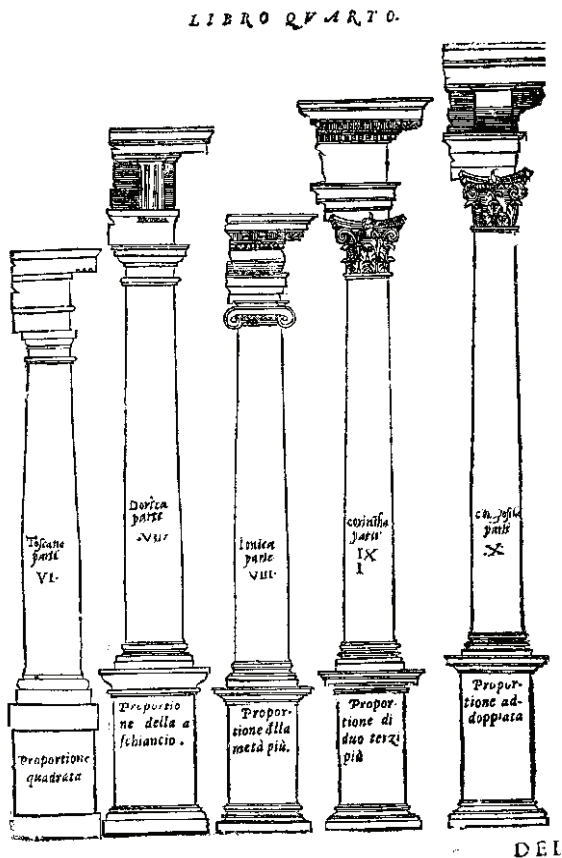


fig. 21. Serlio. *Los 5 Ordenes de la arquitectura*, 1537

Hasta el siglo XIX el tratado de Vitruvio influyó en Occidente en la práctica y la reflexión sobre la arquitectura. Durante siglos, en Europa y en América, su tratado promovió una arquitectura realizada con procesos técnicos basados en la albañilería que, por estar referidos a la arquitectura griega, estaban retrasados con respecto a los adelantos técnicos que se habían logrado en Roma. Además, Vitruvio definió a la arquitectura como un arte liberal, lo que le concedió un mayor reconocimiento social.

En China el texto más antiguo es el *Tratado técnico sobre métodos arquitectónicos y artesanales, o normas constructivas estatales. Ying zaoFashi*, de Li Jie, que se imprimió durante la dinastía Song (1,103 dC.).

En Europa desde el siglo XVI, la revolución en las ideas produjo el surgimiento de una racionalidad científica y técnica que transformó toda la cultura material. Significativamente, en la portada del tratado de

Laugier, *Essai sur l'Architecture* de 1755, se publicó un dibujo de la cabaña primitiva que evocó el origen real de la arquitectura, y señaló la necesidad de estudiar objetivamente sus antecedentes. La supremacía de la razón y el análisis en todas las actividades humanas afectó también las explicaciones metafísicas y la mitología propuesta por Vitruvio sobre el origen de la arquitectura y los órdenes clásicos; que influenció toda la arquitectura Occidental hasta el siglo XIX.

La contradicción entre la teoría y la práctica de la arquitectura fue más aparente durante el siglo XIX. Como el arquitecto todavía controlaba todo el proceso constructivo, al modificarse drásticamente las funciones, los materiales y las técnicas constructivas, se hizo más claro ese atraso; como John Summerson analizó: *...los arquitectos tuvieron que admitir que algunas de las estructuras más originales eran obra, no de los arquitectos, sino de los ingenieros. Uno por uno, los puentes, estaciones de ferrocarril, mercados, y edificios industriales, desaparecieron del alcance de los arquitectos y fueron diestra y eficientemente realizados por ingenieros* (8). Esas contradicciones provocaron que se cuestionara la validez del tratado de Vitruvio y su influencia, y que surgieran nuevas aportaciones para superar la mitificación sobre el origen y características de la arquitectura (9).

### ***Origen real de la arquitectura.***

Se generaron así nuevas teorías que pudieran unirse a la revolución ya iniciada por los ingenieros en la industria de la construcción. Una de las más importantes, surgida en Alemania, fue desarrollada por el arquitecto Gottfried Semper (10). A diferencia de Vitruvio, que explicó el origen de la arquitectura a través de narraciones míticas, Semper realizó una profunda investigación que le llevó a descubrir, por medio de numerosos ejemplos tomados de la etnología, los elementos primordiales de las construcciones más antiguas: el origen real de la arquitectura. Su tratado rompió completamente con la tradición iniciada por Vitruvio y, a diferencia de éste, Semper explicó la evolución de la arquitectura basado en investigaciones documentadas y en su observación sobre las técnicas constructivas (11).

La teoría de Semper se publicó en 1851, ocho años antes que el libro de Charles Darwin, *On the origin of species by means of natural selection*. Semper tomó el ejemplo del Barón Cuvier, en la colección del *Jardin des plantes*, que utilizó para descubrir los "tipos" de las formas más complicadas del reino vegetal. Su propuesta, respaldada por el análisis de numerosas construcciones primitivas, explicó el origen de la arquitectura por medio de la relación de sus elementos, materiales, y técnicas constructivas (12). Su teoría ha sido criticada calificándola de "materialista" aunque Semper mismo negó tal calificación: *La*

*comprensión del origen técnico constructivo de las formas básicas arquitectónicas, no tienen nada en común con los burdos criterios materialistas que sugieren que la esencia de la arquitectura no es más que diseño constructivo -estática y mecánica aplicadas (13).*

### **Los elementos de la arquitectura.**

Semper describió, utilizando ejemplos reales, los cuatro elementos que de manera original y sin alteraciones definían la arquitectura prehistórica: el *hogar* -el primer y más importante de los elementos de la arquitectura- después la *plataforma* o *terrazza de tierra*; desplantada sobre ésta el *techo* sobre columnas y, finalmente el recubrimiento: la *pared* o valla tejida.

Su identificación de los elementos básicos de la arquitectura estableció una visión integrada, y permitió romper con las normas estéticas de Vitruvio y sus seguidores, que ya eran anacrónicas; liberando la posibilidad de utilizar nuevos materiales y técnicas constructivas. La influencia de la teoría de Semper fue muy grande en Alemania, Austria, Inglaterra y Norteamérica, desde la segunda mitad del siglo XIX, y ha sido evidente en las obras de varios de los principales arquitectos del siglo XX (14).

Sin embargo esta propuesta no logró contrarrestar la influencia del eclecticismo de la poderosa *Ecole des Beaux-Arts* de París que, en Europa y América, dominaba las escuelas de arquitectura. Curiosamente esa teoría, elaborada por un arquitecto con obras significativas, coincidía en afirmar, como antes lo había hecho León Battista Alberti en el siglo XV, que la arquitectura es el *arte de la construcción*, en oposición a la concepción vigente, que privilegiaba sus aspectos artísticos (15).

Semper demostró que la evolución de la arquitectura fue parte del proceso de adaptación a las condiciones del entorno natural: *...de la misma manera que la naturaleza, en toda su abundancia... la arquitectura también se basa en algunas formas y principios que, por medio de repeticiones constantes, hacen posible infinitas variaciones que están condicionadas por las necesidades particulares, y por otras muchas circunstancias (16).* En su libro *Los cuatro elementos del arte de la construcción*, Semper describió la cabaña primitiva: *Antes que los hombres pensarán en construir cobertizos, bardas o cabañas, se reunían alrededor de la hoguera, que los mantenía calientes y secos y en la que preparaban sus sencillas comidas. La hoguera es el germen, el embrión, de todas las instituciones sociales... Se necesitaron cerramientos, bardas y paredes para proteger la hoguera y fueron necesarios terraplenes para protegerla de las inundaciones... De esta manera los cuatro elementos de la construcción primitiva surgieron de las necesidades más inmediatas: el techo, el terraplén, el cerramiento y, como centro*

*espiritual de todo, la hoguera; el hogar social (17).*



fig. 22. Laugier. *La cabaña primitiva*. Tratado de 1755

Un aspecto que es difícil de comprender como elemento constitutivo del arte de la construcción es el *hogar*. Aunque Semper lo consideró el elemento principal, sus características han sido estudiadas para explicar la complejidad del espacio habitado, del que han surgido las casas, aldeas y ciudades. Este aspecto ha sido analizado por el filósofo Martin Heidegger, que concibe a la arquitectura como el arte del *habitar* humano; y por autores como Antoine de Saint-Exupéry, que en su última obra *Citadelle* afirmó: *el hombre es un ser que habita* (18), o por Marshall McLuhan, que explicó la profunda relación entre el cuerpo humano, el fuego, la casa, y la ciudad: *Si el vestido es una extensión de nuestras pieles personales para almacenar y canalizar nuestro propio calor y energía, la casa es un medio colectivo para lograr el mismo fin para la familia o el grupo -la casa como refugio es una extensión de nuestro mecanismo de control del calor del cuerpo -una piel o vestido colectivo. Las ciudades son aun extensiones más grandes de los órganos del cuerpo para alojar grupos mayores... para el hombre tribal y las sociedades prehistóricas, la vivienda era una imagen tanto del cuerpo*

*como del universo. La construcción de la casa -con el hogar como un altar al fuego- estaba asociada ritualmente al acto de creación (19).*

Posteriormente, en su obra *Der Stil*, Semper hizo un análisis sobre la evolución de la mano de obra, desde los materiales suaves, a los dúctiles y los duros, como un proceso de destreza técnica; y relacionó cada uno de los cuatro elementos, con las actividades de las artes aplicadas: *Para la construcción del hogar fueron empleadas la cerámica y las subsecuentes artes metalúrgicas; para la plataforma de tierra (terrazas) procesos que requerían agua y albañilería; para las columnas y el techo, el arte de la carpintería; y finalmente, para las paredes, el arte de las esteras y alfombras (20).*

La teoría de Semper hizo posible una revolución que, desde el inicio del siglo XX, liberó paulatinamente a la arquitectura de los códigos formales clásicos. Su influencia fue determinante en Austria, Alemania, Suiza, Inglaterra y Norteamérica, y se manifestó en obras que definieron una arquitectura radicalmente nueva (21). Esta evidencia y la posibilidad de utilizar los nuevos materiales constructivos, como en el *Palacio de Cristal* de 1851, hicieron posible la realización de obras que, por su ligereza, representaban una nueva manera de construir, libre de las referencias formales del historicismo y de sus pesadas estructuras portantes.

La propuesta de Semper ha sido de enorme importancia en la arquitectura moderna, como se puede verificar con la pared-cortina (*curtain-wall*), utilizada como revestimiento en miles de edificios.

### ***Hacia una nueva arquitectura.***

Semper no alcanzó a ver la enorme influencia que tuvieron sus teorías. Sin embargo, hacia el fin del siglo XIX era ya evidente que muchos arquitectos habían encontrado un soporte teórico que les permitió producir obras que marcaron el inicio de una nueva arquitectura. Obras tan diversas como las de Otto Wagner, Joseph Maria Olbrich, Josef Hoffmann, Josef Plecnik y Adolph Loos -en Viena, las de Hendrik P. Berlage en Amsterdam, o las de Peter Behrens, Auguste Perret, y Antonio Gaudí, fueron directamente influenciadas por las teorías de Semper (22).

En Norteamérica, específicamente en Chicago, su teoría sobre el revestimiento fue conocida y aplicada por Louis H. Sullivan y Frank Lloyd Wright (23). La influencia de la teoría de Semper fue también evidente en Le Corbusier, siendo más clara a partir de 1926, con la publicación de los *cinco puntos para una nueva arquitectura*; de los cuales -cuatro- están directamente relacionados con los elementos de Semper. En la obra de Mies van der Rohe, su influencia fue aún más clara particularmente en su *Pabellón de Barcelona* (1929), donde el carácter



de la pared como elemento no portante se hace evidente: "... *la presencia del armazón metálico, no expresado en todas sus articulaciones, permite a las paredes renunciar a la función portante para interpretar libremente la idea Semperiana de la delimitación del espacio* (24). La separación que realizó -colocando las columnas a escasos centímetros de la pared- muestra la función portante de las columnas y la de separación espacial de las paredes. En el Pabellón incorporó la plataforma, la estructura ligera sobre columnas y las paredes de cristal y de mármol -que son paredes-cortina con diferente revestimiento. Los mismos elementos también están presentes en una de sus últimas obras, la *Nueva Galería de Arte* en Berlín (1968).

### ***Una revolución... aún vigente***

Estas dos teorías explican las diferentes alternativas que se han dado en la evolución de la arquitectura Occidental. La primera, ligada a la tradición de Vitruvio, y una segunda -más reciente- apoyada en las teorías de Semper.

Es evidente que en los países de habla hispana, incluido México, la prolongada dependencia con respecto a las teorías derivadas de la tradición de Vitruvio, ha condicionado que se siga construyendo una arquitectura básicamente masiva. Esto se puede comprobar sin dificultad, ya que los tratados de arquitectura que más han influido en España y después en Latinoamérica, desde el siglo XVI hasta el primer tercio del siglo XX, fueron los de Vitruvio y de Vigñola. Aunque los textos de Semper no tuvieron influencia en Latinoamérica, se realizó una verdadera revolución al aplicarse los *Cinco puntos para una nueva arquitectura*, de Le Corbusier (1926). La repercusión de este texto fue mundial y específicamente en México fue muy importante.

La utilidad de esta revolución teórica, aún vigente, fue que contribuyó a terminar con una práctica profesional obsoleta y, además, hizo posible que se generaran obras que representaron una profunda transformación en la manera de hacer una arquitectura más ligera, con las nuevas tecnologías del acero y del concreto armado. Su éxito se explica porque le dio a una generación de jóvenes los *elementos arquitectónicos* para realizar una arquitectura moderna y libre de referencias con el pasado.

Si se analiza la arquitectura contemporánea más avanzada, se puede ver hasta qué punto está vigente esta teoría del siglo XIX. Las diferencias explican el espectacular avance de la arquitectura ligera, y el atraso significativo de la que utiliza sistemas constructivos masivos (25).

En el siguiente subcapítulo se analizan algunas de las profundas transformaciones que ha tenido la actividad de los arquitectos y sus características actuales.



## Notas.

1. Plowright P. D. (2014) *Revealing architectural design*. Nueva York, Routledge, Capítulo 2 La arquitectura como una disciplina del diseño.
2. Leakey, M.D. (1971) *Olduvai Gorge*. Cambridge University Press, Cambridge  
Las evidencias encontradas sugieren que *Olduvai Gorge* es el único lugar del mundo que ha sido habitado durante un millón y medio de años.  
Scarre, Ch. (2005) *The human past: world prehistory & the development of human societies*. Londres, Thames & Hudson, p. 114
3. Weinstock M. (2010) *The architecture of emergence*. J. Wiley, Sussex, p.156
4. Jarzombek M. (2013) *Architecture of the first societies*. Nueva York, J. Wiley
5. Lara F. (1982) *Código de Hammurabi*. Madrid, Editora Nacional
6. Vitruvio P. *De architettura libri decem*. Giovanni da Veroli, Roma, 1490 *Los diez Libros de Arquitectura*. Traducción de Miguel de Urrea, Alcalá de Henares, 1582
7. Idem. Libro II. I
8. Summerson J. (1998) *Heavenly mansions*. Nueva York, W.W. Norton & Co.  
Fannelli G. y Gargiani R. (1994) *El principio del revestimiento*. Madrid, Ediciones Akal, p.7
9. Choay F. (1977) *The role and the model*. Cambridge, MIT. Press, p.126-128  
*La primera narración mítica de Vitruvio es sobre el nacimiento de la arquitectura; la segunda, sobre el origen de los órdenes, y la tercera, sobre el origen de la ornamentación de los capiteles.*
10. Semper G. (1851) *Die Vier Elemente der Baukunst*. Braunschweig, Maybeck B. (1890) *The four elements of architecture*.  
Mallgrave H. F. / Hermann W. (1989) Cambridge, University Press.

El libro se ha traducido, erróneamente, como *Los cuatro elementos de la arquitectura*; sin embargo, Semper utilizó la palabra *Baukunst*-arte de la construcción-y no *Architektur*, que también existe en alemán. Significativamente, no hay todavía traducción al castellano.

Kruft H. W. (1994) *A history of architectural theory*. Nueva York, Princeton Architectural Press, p. 310

*El teórico más importante de la segunda mitad del siglo XIX en Alemania fue Gottfried Semper (1803-1879)... desde el principio entendió la conexión entre la arquitectura y la estructura social e histórica... Derivando sus ideas de lo que llamó 'las circunstancias de la sociedad humana primitiva' Semper llegó a proponer los cuatro elementos de los que la arquitectura ha evolucionado... y propuso que las raíces de la arquitectura y del arte deberían de buscarse siempre en las artes aplicadas.*

12. Frampton K. (1999) *Estudios sobre cultura tectónica*. Madrid, Ediciones Akal
13. Mallgrave H.F. (1996) *Gottfried Semper*. New Haven, Yale University Press, p.378, Epilogue
14. Frampton K. (1991) *The textile tectonic*, en *Frank Lloyd Wright: a premier on architectural principles*. Nueva York, Princeton Architectural Press, p.123-149
15. Esa confusión comenzó con el texto de Alberti; consultar: Choay F. Op. cit. p.4-5
16. Semper G. *Die Vier Elemente der Baukunst*. Braunschweig, 1851. Mallgrave H. F. y Hermann W. (1989) Cambridge University Press
17. Herrmann W. (1985) *Gottfried Semper*. Cambridge, MIT Press, Los elementos básicos de la arquitectura. 1849-1850, p.196-199
18. López Quintas A. (1977) *Estética de la creatividad*. Ediciones Cátedra. Madrid, p.197-217  
Saint-Exupéry A. (1948) *Citadelle*. Gallimard, París, p.24
19. MacLuhan M. (1964) *Understanding media*. Nueva York, McGraw-Hill, p. 117-123
20. Semper G. *Der Stil*. 1863, p.xii

Ejemplos: las carpas de pueblos nómadas, las cabañas del Caribe, o la casa tradicional japonesa.

Mijares Bracho. *Lapetatera: sabiduría decantada*. Universidad de Colima, México, 2000

21. Frampton K. (1990) *Rappel á l'Ordre: the case of the tectonic*. Londres, Architectural Design No.3-4
22. Herrmann W. Op. cit. Elementos estructurales de la arquitectura Asirio-Caldea.
23. Semper G. *Die Vier Elemente der Baukunst*. Op. cit. p.206
24. Fannelli G. Gargiani R. Op. Cit. p.8
25. Toca F. A. (2004) *Origen textil de la arquitectura*. México, Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas, Volumen XXVI, no. 85, p.61-73

## **1.6. *Arquitectura: metamorfosis y crisis.***



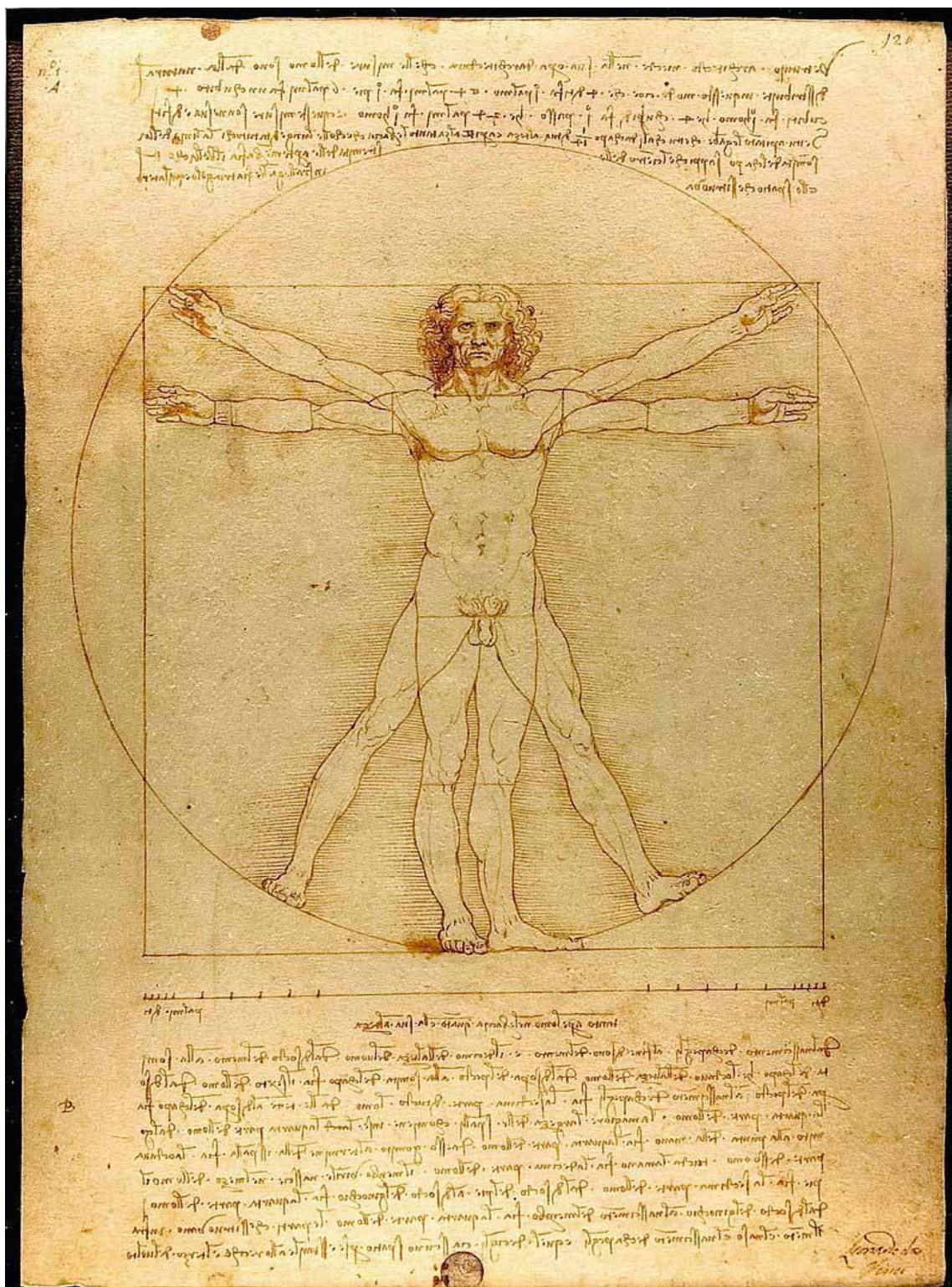


fig. 23. Tratado de Vitruvio, Dibujo Leonardo da Vinci

## Sinópsis.

*Como toda actividad, la de los arquitectos ha tenido cambios o metamorfosis que se han producido por una serie de decisiones en el curso del tiempo. La definición del trabajo de los arquitectos en la civilización Occidental se ha basado en el tratado Los diez libros de arquitectura, de Marco Vitruvio*

*La 1ª. Metamorfosis que tuvo la actividad de la arquitectura fue la institucionalización de su enseñanza, en la Academia Real de París fundada en 1671. La 2ª. Metamorfosis se produjo en París, con la fundación del Politécnico y el surgimiento de la actividad de los ingenieros. La 3ª. Metamorfosis fue como reacción al Código Civil Napoleónico (1804), que establecía, en su artículo 1791, la responsabilidad por 10 años del constructor, en asociación con el arquitecto, sobre la estabilidad de los edificios. Los arquitectos lo rechazaron y así se separaron aún más de su tradicional responsabilidad en la construcción. La 4ª. Metamorfosis se produjo como consecuencia de la definición que en esa misma época los arquitectos dieron a su actividad, considerándola artística. La 5ª. Metamorfosis ha sido el proceso de erosión de la profesión tradicional del arquitecto en los pasados doscientos años. Una 6ª. Metamorfosis está en curso, a partir de la profunda revolución que se ha producido por el avance de las tecnologías digitales, el internet y los teléfonos móviles. Las características de la arquitectura -desde sus orígenes- son más las de un arte-práctico que se ha definido históricamente de manera indistinta, como arte y como ciencia.*

*Una crisis se produce por un cambio o una mutación en el desarrollo de una actividad o un proceso. Las transformaciones en la actividad de los arquitectos han producido diversas crisis quedemuestran que lo que está en crisis es la actividad -la profesión- de la arquitectura y en consecuencia su enseñanza, práctica e investigación.*

*La separación de muchos arquitectos de la actividad constructiva, de su tecnología y de sus procesos, ha tenido graves resultados. Ante las señales de otra metamorfosis, que hace evidente una transformación más de la arquitectura como profesión; es urgente generar alternativas para que el arquitecto recupere las tareas y responsabilidades que ha abandonado; o promover nuevas formas de trabajo que vuelvan a legitimarlo socialmente.*

## **Metamorfosis.**

Como toda actividad, la de los arquitectos ha tenido cambios o metamorfosis que se han producido por una serie de decisiones en el curso del tiempo. A diferencia de los análisis históricos sobre la arquitectura, basados en los edificios y sus autores, las diversas transformaciones de la actividad de los arquitectos -o de cualquier otra- pueden ser explicadas -desde su origen- por sus adaptaciones o mutaciones. Si se analiza ese proceso evolutivo se descubre de qué manera se han realizado y eso permite comprender sus consecuencias positivas y negativas (1). Por eso, antes de saber qué hacer, es necesario comprender cómo se han definido las actividades de los arquitectos y cómo se han transformado en el curso del tiempo.

Una metamorfosis es la transformación de una actividad, o de un objeto natural o artificial. La primera la definición del trabajo de los



arquitectos en la civilización Occidental se ha basado en el tratado *Los diez libros de arquitectura*, de Marco Vitruvio: *...el único tratado de arquitectura de la antigüedad clásica que sobrevivió. Vitruvio no fue el primero en escribir sobre arquitectura, pero todos los textos anteriores sobre este tema se perdieron. Algunos tratados griegos y romanos, de los cuales se conoce algunos títulos, eran descripciones de edificios o trataban problemas específicos, como las proporciones de los templos. Las referencias usadas por Vitruvio sólo se mencionan brevemente... y no puede ignorarse el carácter deshilvanado de la obra, ni su terminología errática, debida a una traducción confusa de términos griegos al latín* (2).

El tratado fue escrito en el siglo I (3); ha condicionado desde entonces el desarrollo de la arquitectura occidental y su sistema de creencias (4). Como lo prueban las numerosas traducciones y ediciones, este tratado ha influido durante siglos, y aún es considerado parte fundamental en la formación de los arquitectos (5).

Después de la caída del Imperio romano, el tratado de Vitruvio prácticamente desapareció, hasta que fue recuperado en 1414. La actividad constructiva en Europa se realizó durante más de mil años -del siglo V al XVII- por medio de los Gremios, dentro de los que actuaba el arquitecto como director de la obra. Uno de los textos que aún se conservan del periodo gótico es básicamente un manual técnico de construcción (6). Los manuales eran escritos ilustrados que se usaban en los Gremios como apoyo para la práctica.

Con la invención de la imprenta se produjo una profunda transformación en Europa, que modificó radicalmente la transmisión de conocimientos por medio de escritos. Vilem Flusser analizó ese impacto: *...la conciencia histórica fue privilegio de una pequeña élite, en tanto que la gran mayoría vivía una existencia pre-histórica, mágico-mítica. Eso fue porque los textos eran raros y muy caros, y sólo podían leerlos los escribas y literatos. La invención de la imprenta destruyó la clase clerical, e hizo accesible la conciencia histórica para la naciente clase burguesa* (7). Fue a partir de esa difusión masiva de textos impresos, que se generaron cambios progresivos en toda la sociedad europea.

### ***Metamorfosis de la actividad de los arquitectos.***

La 1ª. *Metamorfosis* que tuvo la actividad de la arquitectura fue la institucionalización de su enseñanza, en la *Academia Real* de París fundada en 1671. Se integró así la arquitectura como una actividad artística -junto a la pintura y la escultura- con el apoyo y reconocimiento de la monarquía. La admisión en la *Academia* condicionó a los arquitectos a que se separan de los Gremios deconstructores; que fueron paulatinamente destruidos en Europa por el poder de los monarcas (8).

La institucionalización de la enseñanza, bajo la protección del rey, separada de los Gremios -que eran los únicos que la impartían- y la creación de una jerarquía de académicos a los que se dotó de reconocimiento y prestigio social, contribuyó a que el poder de los gremios se debilitara progresivamente. Surgió así el artista que, aislado del Gremio, logró prestigio fuera de él y al que se le ofreció además un mecenazgo oficial. Se afianzó la clasificación de la arquitectura como arte liberal, opuesto a las artes serviles; reforzando la definición que se le dio en la sociedad esclavista de Grecia y Roma. El combate contra los Gremios se inició con la autorización para que los miembros de las Academias fueran liberados de todas las obligaciones, pagos y restricciones que decretaban los Gremios a los cuales pertenecía su trabajo.

El ejemplo de la *Academia* de París fue seguido en toda Europa y tuvo resultados similares: *La fundación de la Real Academia de las Tres Nobles Artes de San Fernando* (Madrid, 1752), *abrió las puertas a las enconadas luchas entre Arquitectos y Maestros de obras durante varios siglos. El triunfo de los primeros con la supresión provisional, y luego definitiva de los segundos, dio lugar a la creación del título oficial de Aparejador, mediante la Real Orden de 1854, carrera que impartió la Real Academia de San Fernando y que adquirió relevancia al ser calificada como profesión en la Ley de Instrucción Pública de 1857. Los primeros datos documentados sobre los aparejadores los encontramos en el siglo XV, principalmente en el seno de los Gremios de la construcción, pero eso no quiere decir que no existiesen con anterioridad. Aunque está mucho peor documentado, el cargo de aparejador no apareció de repente en el siglo XV, sino que, dentro de los gremios, algunos maestros ejercieron como aparejadores en obras de gran volumen, como consecuencia de la división racional del trabajo* (9).

Como el poder de los Gremios permeaba en toda la sociedad se les consideró una amenaza ante el poder de los reyes, por su libertad y los recursos que controlaban: *Todas las profesiones se desarrollaban en el seno de los Gremios y la construcción no fue una excepción. Dentro de éstos, a los que se ingresaba como aprendiz, desarrollaban la carrera profesional hasta obtener el grado de Maestro, sin que pudiera sustraerse a ellos algún profesional y sin que pudiesen ejercer, sin la supervisión y el control de dichos Gremios* (10).

Con el reconocimiento social que promovieron las monarquías, la responsabilidad y la enseñanza de las artes liberales se concentró en las academias; erosionándose así el fuerte control de los Gremios, que se había consolidado por siglos, y que cubría toda la gama de actividades de la construcción: *El Maestro de obras era el grado máximo dentro del Gremio. El término, de modo genérico, define a todos los que intervienen en la construcción; arquitectos, alarifes, aparejadores y*

*albañiles, que derivan de esta profesión y cuyo contenido alcanza a la ejecución de todo tipo de construcción, edificaciones y obras civiles concurriendo en el Aparejador las funciones de constructor, proveedor de materiales, contratista de la mano de obra y director de las obras* (11).

Al instaurarse las *Academias* de arquitectura se destruyó no sólo el funcionamiento de los Gremios, también la estructura y la organización de la actividad de la construcción que, desde entonces, quedó dividida entre los arquitectos -encargados de realizar proyectos- y todo el personal responsable de construirlos; a los que se negó algún reconocimiento oficial. Esa situación llevó a que en muchos casos se prohibiera y suprimiera la actividad de los Gremios. Un caso de excepción fue el reconocimiento -en España- de las actividades de los *Aparejadores* y los *Arquitectos Técnicos* (12).

La 2ª. *Metamorfosis* produjo en París, con la fundación del *Politécnico* y el surgimiento de la actividad de los ingenieros. A partir de 1805, los ingenieros tomaron el control de las obras civiles; que habían dejado los arquitectos que se separaron gradualmente de la actividad constructiva, que desde entonces se ha transformado profundamente. Además, la destrucción de los Gremios de la construcción permitió que los ingenieros tomaran con facilidad esos puestos y responsabilidades. Significativamente, fue en el *Politécnico* de París donde J.N. Durand presentó sus famosas "*lecciones*" de arquitectura que iniciaron una transformación en la práctica, que se reforzó en 1817, cuando se publicó el primer tratado ilustrado sobre el arte teórico-práctico de construir (13). El ejemplo de la *Escuela Politécnica* de París (1805) fue seguido en Europa; y de hecho la educación superior con una fuerte base científica fue una característica durante los siglos XIX y XX (14).

En México la influencia europea de la ingeniería se concretó en 1857 por la necesidad de contar con personas capaces de realizar las obras civiles, de equipamiento y de infraestructura: *...se inició en la Academia de San Carlos la carrera de arquitecto e ingeniero civil; que incluyó por primera vez el estudio de materias técnicas como álgebra, mecánica de las construcciones, caminos, puentes y canales, así como materias de cálculo* (15). Sin embargo, la fundación del *Instituto Politécnico Nacional* fue hasta el siglo XX, en el periodo de Lázaro Cárdenas (1936) y ha representado un enorme avance para las carreras tecnológicas. La actual *Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura*, cuyos antecedentes fueron la *Escuela Técnica de Maestros Constructores* (1922) y la *Escuela Superior de Construcción*, estableció la carrera de ingeniero-arquitecto, para integrar esas actividades.

En algunos países de Europa, en Japón y Norteamérica, la necesidad de realizar las obras civiles con personal calificado promovió la aparición de la carrera de *arquitecto-ingeniero*; cuyo objetivo fue aplicar las nuevas tecnologías al diseño y construcción de edificaciones.

La 3ª. *Metamorfosis* fue causada como reacción al *Código Civil* Napoleónico (1804), que establecía -en su artículo 1791- la responsabilidad por 10 años del constructor en asociación con el arquitecto, sobre la estabilidad de los edificios. Los arquitectos lo rechazaron y así se separaron aún más de su tradicional responsabilidad en la construcción, y de las obras que hasta entonces realizaban: puentes, fortificaciones, máquinas para la construcción, y la seguridad estructural de los edificios -lo que se definió como ingeniería (16).

La 4ª. *Metamorfosis* se produjo como consecuencia de la definición que en esa misma época los arquitectos dieron a su actividad: *...a principios del siglo XIX los arquitectos inventaron el concepto de arquitecto-artista. Su intención era distinguirse de los empresarios e imponer la idea de una práctica arquitectónica específica de tipo artístico* (17).

Esas transformaciones de la profesión de arquitecto, y la comparación entre las actividades que realizaba y las que ahora hace, permite ver cómo se ha reducido su campo de trabajo desde 1830, cuando se definió que: *El arquitecto es la persona que dibuja los planos, tanto del edificio como de todas sus partes, es quien determina qué materiales deben de usarse y el que regula el tamaño y la forma que se les deben dar. El arquitecto supervisa y dirige el trabajo de la obra y también es responsable de los gastos. Su profesión requiere de un amplio campo de conocimiento positivo, y también de cualidades morales más grandes que las que son suficientes para el ejercicio de otras artes. La geometría, mecánica, estática, hidrostática y el manejo de la perspectiva son indispensables para la arquitectura* (18).

- La 5ª. *Metamorfosis* ha sido el proceso de erosión de la profesión tradicional del arquitecto en los pasados doscientos años, en los que, progresivamente, se ha separado del diseño urbano y de la construcción. Además, también de la actividad del diseño que, como se ha analizado, es más antigua e incluye a la arquitectura.

Los efectos acumulados de esas metamorfosis sólo han sido perceptibles con el paso del tiempo. El resultado ha sido la pérdida de partes fundamentales del proceso que realizaban los arquitectos al diseñar, detallar y construir una obra. Sin embargo, es evidente que la mayoría de los arquitectos no conocen cómo y de que manera sus actividades se han reducido y toman como "natural" la situación actual de la profesión.

Una 6ª. *Metamorfosis* está en curso, a partir de la profunda revolución que se ha producido por el avance de las tecnologías digitales, el *internet* y los teléfonos móviles; cuyas consecuencias sólo pueden ser comprendidas ubicándolas en la situación compleja y dinámica en la que ahora están inmersas todas las actividades humanas. Es evidente que esos cambios pueden mejorar -o empeorar- la evolución de la actividad de los arquitectos.

## **Siglo XX: avances importantes.**

Ante la necesidad de definir y reglamentar las responsabilidades y derechos de los arquitectos se presentaron dos iniciativas que son importantes avances. En 1977, en Francia, se promulgó la *Ley sobre Arquitectura* (19). En el artículo 1o. de la esa Ley, se establece que la arquitectura es una expresión de la cultura y que sus intervenciones son de interés público: *La misión del arquitecto es rica y variada. Realiza la concepción y la realización de los edificios y las intervenciones en la ciudad y en el territorio. El arquitecto es un conceptualizador de proyectos; de construcción, planeación, urbanismo, y de rehabilitaciones. Esos proyectos pueden ser resultado de un encargo privado o de un concurso público. El arquitecto los realiza como director (maître) o supervisor de obras, de acuerdo al presupuesto, a la reglamentación en términos de la seguridad de la estructura, y al desarrollo de la obra en construcción. Su trabajo como director o supervisor de obras puede ser extremadamente variado: para empresas, particulares, para instituciones, para inmobiliarias, para sociedades de economía mixta, para colectivos públicos o para el Estado. Así mismo, para la realización de los proyectos los asociados del arquitecto son múltiples: ingenieros, paisajistas, urbanistas, obreros, economistas, sociólogos o artistas. Además, se advierte que: ...el arquitecto debe responder al programa de dirección o supervisión de la obra aportando su sensibilidad y su competencia, especialmente en términos de su funcionalidad, en cuanto a la necesidad de desarrollo durable, y a las restricciones socio-económicas y urbanísticas.*

Se precisó también que el trabajo que el arquitecto realiza en una edificación está sujeto a un contrato; que incluye todo o parte de las siguientes fases sucesivas:

*La concepción: que comprende la creación general del edificio; su forma, disposición, y principios constructivos. Que se detallan en el diseño, los planos, los modelos electrónicos y las maquetas.*

*La fase de estudios: que comprende los cálculos, los estudios técnicos (de cimentación, ventilación, e instalaciones) la optimización del consumo de energía, y de durabilidad. Esos estudios son realizados frecuentemente con la ayuda de ingenieros especializados en un área precisa.*

*El control de la ejecución de la obra: el arquitecto dirige la ejecución de la obra y controla a los que la realizan, de manera que la edificación construida responda a las condiciones de su cliente.*

Como consecuencia de esta Ley, en Francia es obligatoria la intervención de un arquitecto en las construcciones de más de 170 m<sup>2</sup>. Para complementar esta Ley se promulgó, en 1980, el *Código de deberes profesionales del arquitecto*.



Posteriormente, en 1999, se aprobó en España la Ley 38, sobre el *Ordenamiento de la Edificación*. Es muy significativo que se aprobara esta Ley, que norma y regula las obligaciones y responsabilidades de todos los que intervienen para cumplir las exigencias básicas de calidad de los nuevos edificios y de sus instalaciones (20). El *Ordenamiento* establece los requisitos básicos de la edificación, con respecto a su funcionalidad, utilidad, y accesibilidad; los relativos a la seguridad estructural, la atención de emergencias; y de habitabilidad, protección del medio ambiente, protección contra el ruido, ahorro de energía y aislamiento térmico. Se señaló también a los participantes en todo el proceso: desde el proyectista, el constructor, el director de la obra, y el director ejecutivo de la obra quienes, según corresponda, deben tener título de arquitecto o ingeniero.

Esos avances son sorprendentes porque obligan -como se intentó en Francia a principios del siglo XIX- al grupo que interviene en la construcción de los edificios a responsabilizarse durante diez años por los daños materiales causados por vicios o defectos; por tres años, por daños materiales causados por defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones; y además obliga al constructor a responder -durante un año- por los daños materiales causados por defectos de ejecución en la obra. Desafortunadamente en México no se tienen aún leyes similares.

### ***Crisis recurrentes.***

Una crisis se produce por un cambio o una mutación en el desarrollo de una actividad o un proceso; es una situación difícil y complicada que necesita examinarse con cuidado y detalle, ya que lo que está en riesgo es su continuación, o terminación. Por lo tanto, es un momento decisivo de consecuencias importantes que tiene que afrontarse porque, de no hacerlo, la situación tiende a agravarse, desde su estancamiento, hasta el colapso final; la extinción de la actividad.

Las transformaciones en la actividad de los arquitectos han producido diversas crisis que han causado que miles tengan cada vez menos trabajo; ya que su responsabilidad original ha sido reducida paulatinamente sólo a la elaboración de proyectos; que también están perdiendo progresivamente. Esa es una verdad incómoda, porque cuestiona la inercia de muchos organismos y escuelas que supuestamente deben interesarse en mejorar la práctica profesional. Muchos arquitectos han reiterado, con diversos criterios, que esa crisis no es pasajera ni trivial, y que implica una situación que afecta a miles de profesionistas y estudiantes: *Existe una crisis que es sobre todo crisis de identidad, crisis de especificación de los límites disciplinarios. Decir que una disciplina está en crisis puede parecer un juicio negativo: en efecto, una crisis siempre es sinónimo de incomodidad para quien está directamente implicado en ella, para quien la sufre. Sin embargo, es indudable que una crisis se produce cuando una estructura cualquiera*



*resulta ineficaz, tal como estaba formulada anteriormente, para adecuarse a una situación nueva y distinta... para transformarla se necesita, por un lado, entender las razones históricas de ésta, su momento inicial, sus primeros indicios y su evolución hasta nuestros días, y por otro lado se necesita proponer su superación (21).*

Los testimonios muestran que lo que está en crisis es la actividad -la profesión- de la arquitectura y en consecuencia su enseñanza, práctica e investigación. Una crisis que, además, se ha agravado con la situación económica a nivel mundial, que se refleja en cifras que son sorprendentes: desde 2007 la mitad de las oficinas de arquitectos en España han cerrado; y en Norteamérica el número de arquitectos ha aumentado, aunque los empleados en oficinas de arquitectos han disminuido de 224 mil a 184 mil, sólo de julio a noviembre de 2009 (22).

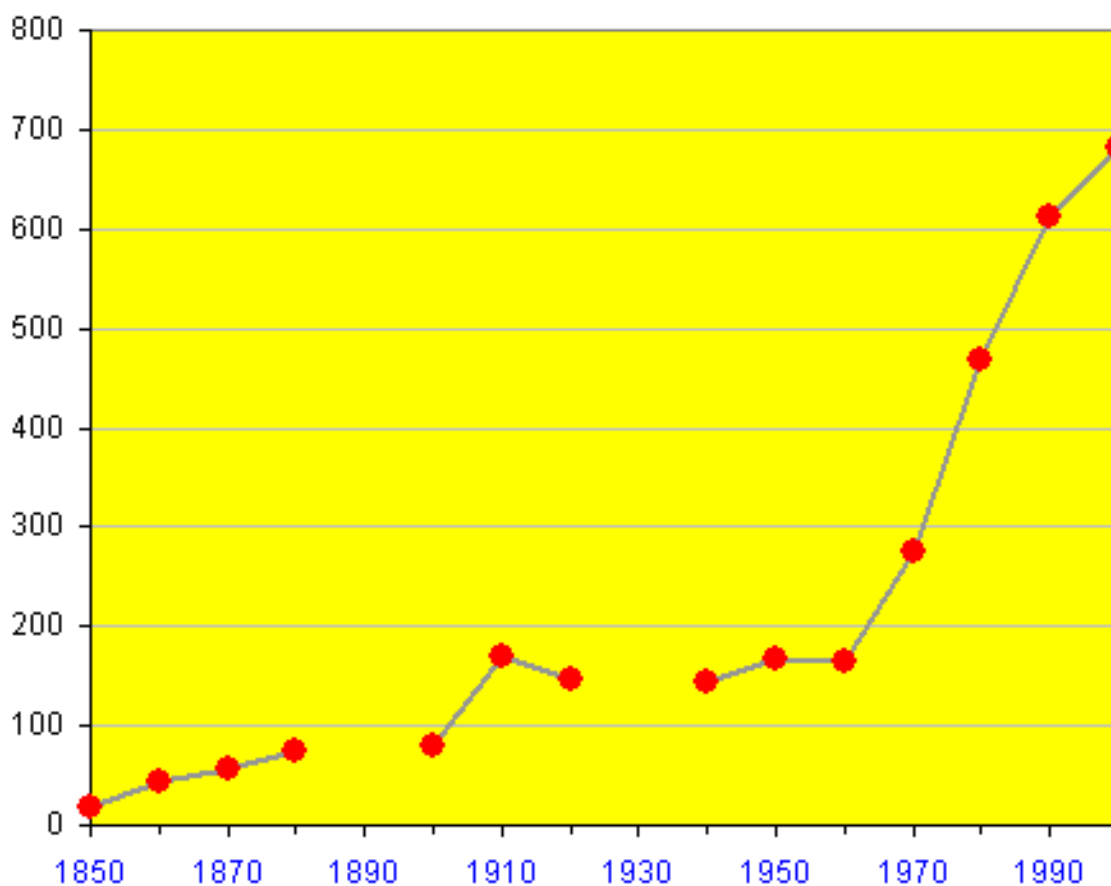


fig. 24. Aumento del número de arquitectos por millón de habitantes. U.S.A. Census Bureau. En 1960 había 166 por cada millón; y en 2010, 698 por cada millón; un 420% más.

Cualquier crisis señala dos posibilidades: el empeoramiento de una actividad o un proceso, o su posible mejora. *Crisis* -en su sentido original- significa escoger, o decidir. La posibilidad de superar una crisis

implica forzosamente que se tiene que escoger y decidir qué hacer. En el caso de la arquitectura esa decisión se ha pospuesto reiteradamente desde hace por lo menos 50 años, en Europa y Norteamérica (23). Por eso, no deja de ser significativo que se acumulen libros, revistas y artículos sobre este tema: *...si nuestra profesión sobrevive a la crisis -de identidad y de competencia- que sufre desde hace décadas será porque los arquitectos habrán sido capaces de asumir un cometido técnico que ahora desdeñan, empeñados en ocupar un espacio tensado por las estrellas de renombre, por un lado y, por otro, la servidumbre de una profesión que sobrevive gracias al proteccionismo corporativo (24).*

### **Arquitectura y construcción.**

La relación que hay entre arquitectura y construcción es evidente en cualquier edificio. No requiere mayor explicación: son parte de un proceso que las integra en obras significativas en las que no hay diferencia entre una y otra. Sin embargo, desde la institucionalización de la enseñanza de la arquitectura, se les ha separado paulatinamente. Durante siglos la práctica del arquitecto estuvo ligada a todas las etapas de la construcción, haciendo que el proyecto y sus necesarias transformaciones se integraran en la obra construida.

La arquitectura sólo existe si está construida; pues los dibujos, o maquetas, sólo son aproximaciones para definir el edificio. La construcción no puede realizarse adecuadamente sin un proyecto completo, que la hace posible, detallando sus técnicas constructivas, instalaciones y materiales. Una y otra están interrelacionadas de manera que sin una, la otra no existe. Se ha enfatizado que: *...es necesario aportar una nueva manera de organizar el saber constructivo con relación a la teoría de la arquitectura. El método para conseguirlo se basa en el estudio de los elementos constructivos y de los principios que han de orientar su concepción y realización (25).*

Sin embargo, la separación entre la idea -el proyecto- y su construcción ha estado presente desde el siglo I con el tratado arquitectura de Vitruvio; que definió sus características fundamentales.

Muchos arquitectos han definido a la arquitectura como el *arte de la construcción*, que incluye diseñarla y construirla. La separación de muchos arquitectos de la actividad constructiva, de su tecnología y de sus procesos, ha tenido graves resultados: pues ha reducido su capacidad para diseñar de manera integral los edificios, les ha separado de los procesos de construcción y los ha reducido a resolver sólo los proyectos.

El arquitecto español Helio Piñón, profesor en el Laboratorio de la *Escuela Técnica Superior de Arquitectura* de Cataluña, ha enfatizado la importancia de: *...establecer los límites de lo artístico para que no acabe*

*utilizándose sólo como legitimización sociológica de la excentricidad y la extravagancia. Advierte también que es necesario: ...redefinir la idea que se tiene de la arquitectura, es decir dejar de considerarla un plus estético que se añade a la construcción, para entenderla como un modo específico de afrontar la construcción. Uno de los problemas -si no el problema esencial- es recuperar la capacidad constructiva como atributo fundamental de la actividad del arquitecto: porque sólo el dominio de la técnica permite esperar un eventual acceso a la práctica artística (26).* El arquitecto italiano Vittorio Gregotti, ha insistido también en la necesidad de la integración de la técnica en las obras de arquitectura: *El proyecto de arquitectura consiste precisamente en la organización significativa de todas las diferentes técnicas y su uso en la obra... esto no quiere decir que se reduzcan los objetivos del proyecto a la mera organización de sus compatibilidades. Tenemos la responsabilidad de conectar las técnicas con un sitio y un propósito, por medio de una forma... que represente al mismo tiempo la única forma arquitectónica posible para ese conjunto de técnicas... cuya contribución en la definición del edificio puede oscilar entre la dominación, o la marginalidad completa, reduciendo así su influencia (27).*

Gregotti tiene una vasta experiencia como profesor, y profesional, que le permite insistir en la necesidad de utilizar nuevas tecnologías en arquitectura: *Entre las actividades que están más fuertemente conectadas con el uso de técnicas, la construcción en arquitectura es una de las más lentas y menos sensibles para asimilar las evoluciones técnicas; y es particularmente lenta en aprovechar las experiencias de las tecnologías y materiales de otros campos de la industria (28).* Un ejemplo de este retraso es el uso -en México- de muros de albañilería, en edificios de altura; que son una carga que podría reducirse.

La situación actual es grave, ya que gradualmente los arquitectos se han conformado con ocupar un lugar marginal tanto en la actividad inmobiliaria, como en la industria de la construcción, de las que - paradójicamente- aún son los principales responsables.

Se ha enfatizado que todo proceso educativo -o profesional- necesita centrarse en *hacer*, en unir el proceso de pensar con el de *realizar*; con la técnica que determina y hace posible las obras y la transformación de la naturaleza. El análisis de cualquier obra de arquitectura de auténtico valor revela tanto sus valores artísticos, como la destreza técnica para construirla.

El saber constructivo ayuda al arquitecto a optimizar su obra: porque ese conocimiento práctico es el que hace que el edificio sea *firme y útil*, y que -además- tenga coherencia formal y funcional. En este sentido es fundamental el manual de Andrea Deplazes, de la escuela de Arquitectura de Zurich -ETH- que resalta la importancia de diseñar

cualquier edificio, desde su concepción inicial, considerando su solución técnico-constructiva para hacerlo viable (29).

En arquitectura, el proyecto y su construcción están integrados en la obra misma. Por eso resulta absurdo y anacrónico dividirlos. El arquitecto y crítico Kenneth Frampton ha señalado que el problema más grande de la profesión ha sido: *tratar a la arquitectura como arte, como esculturas gigantescas; porque eso reduce la arquitectura a la fachada de los edificios*; y concluye que, por eso, la situación de la profesión es hoy más precaria que nunca (30).

### **Arquitectura: definición.**

Por sus características, la actividad de la arquitectura se ha definido históricamente, de manera indistinta, como arte y como ciencia:

- Arte de la construcción;
- El arte o la práctica de diseñar y construir edificios;
- Ciencia de proyectar y construir edificios y monumentos;
- La estructura compleja y cuidadosamente diseñada de algo.

Esa variedad de definiciones señala sus características, ya que implica tanto diseñar un edificio, como la capacidad de construirlo con destreza y talento.

### **Arquingeniería.**

La rivalidad entre arquitectos e ingenieros ha tenido diversas manifestaciones que van desde las peleas inútiles, hasta los intentos de integración en beneficio de ambas actividades. Esta situación no es nueva porque -desde el siglo XIX- se han confundido las palabras y las funciones del arquitecto y del ingeniero de forma reiterada (31). Desde entonces los ingenieros, con una fuerte preparación en matemáticas y física, ejecutaron obras civiles de enorme importancia y promovieron el desarrollo del cálculo estructural y la administración y control de las obras. Una revisión de los edificios significativos del siglo XIX demuestra la creatividad y destreza de algunos ingenieros para realizar todo tipo de construcciones.

No es difícil comprender que las dificultades surgieron en cuanto los arquitectos vieron que se "*invadían*" actividades que habían abandonado. En una primera etapa se separó el trabajo de diseño, realizado por arquitectos, y el de la construcción, que acapararon los ingenieros. Esa división no fue positiva y se buscó la integración de las dos actividades. En algunos países de Europa, en Japón y Norteamérica se estableció la carrera de *arquitecto-ingeniero*; cuyo objetivo es aplicar

los principios de la tecnología al diseño y construcción de edificaciones. Sin embargo, se mantiene aún la división entre esas profesiones a pesar de que el diseño y la construcción de cualquier edificación es un proceso que requiere la integración de un grupo que garantice su seguridad, eficiencia y belleza. En México la fundación del *Instituto Politécnico Nacional* fue hasta el siglo XX, en el periodo del Gral. Lázaro Cárdenas (1936) y representó un enorme avance para las carreras tecnológicas. La actual *Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura*, cuyos antecedentes fueron la *Escuela Técnica de Maestros Constructores* (1922) y la *Escuela Superior de Construcción*, estableció la carrera de ingeniero-arquitecto, para integrar esas actividades.

Después de doscientos años el resultado de estos enfrentamientos es muy claro: los arquitectos han reducido su responsabilidad y su campo de trabajo; y por eso les ha sido cada vez más difícil conservar su antiguo prestigio y reconocimiento social. En cambio, los ingenieros han ampliado su actividad e influencia a nivel mundial.

Es evidente que, ante la complejidad de las obras y el costo que representan, es urgente integrar grupos de *arquingeniería* que sumen experiencia y talento para diseñar y construir edificios que se perfeccionen en cada nuevo proyecto. Muchas oficinas internacionales han avanzado para integrar arquitectura e ingeniería, como *arquingeniería*, sustituyendo así la anacrónica *des-integración* por especialidades (32). Desde la segunda mitad del siglo XX se desarrollaron dos alternativas: la *integración multidisciplinaria* en la firma de Chicago *Skidmore, Owings & Merrill*; y la *colaboración interdisciplinaria* en las oficinas de *Eero Saarinen*, y de *I. M. Pei*. El primer modelo estaba organizado como un eficiente sistema de producción, con grandes departamentos de diseño, ingeniería y construcción, que trabajaban como una línea de ensamble, en la que arquitectos e ingenieros atendían tareas específicas de su especialidad. El segundo se organizaba en pequeños grupos en los que cada uno de los integrantes aportaba su experiencia en el desarrollo de un proyecto específico. Esos ejemplos transformaron la práctica y ahora muchas grandes compañías tienen una organización similar, que les permite realizar con enorme eficiencia edificios que no se diseñan aisladamente, sino que son parte de una serie que -en cada proyecto- incorpora aciertos y evita errores. Esa colaboración permite que grupos interdisciplinarios diseñen -desde el inicio- edificios en los que se aporta la experiencia y conocimientos de cada profesión (33).

El reciente concurso para diseñar la nueva terminal del aeropuerto de la ciudad de México es un ejemplo de *arquingeniería*. El Plan maestro fue diseñado por la firma inglesa de ingeniería *Arup*, y cada uno de los arquitectos seleccionados tuvo que integrarse a grupos con reconocido prestigio internacional, con experiencia en el diseño y construcción de

aeropuertos. La calidad de las diversas soluciones muestra las grandes ventajas de esa colaboración interdisciplinar (34).

### ***Arquitecto: responsabilidades y derechos.***

La habilidad tradicional del arquitecto ha sido el diseño y construcción de edificios. Sin embargo, actualmente esa habilidad se está reduciendo al desarrollo de proyectos, que sólo son una parte del proceso en el que se diseña, se especifica y se construye un edificio. Al renunciar a su responsabilidad en la construcción, los arquitectos paulatinamente han reducido sus actividades. La diferencia entre lo que hacían, y lo hacen, es fundamental y sigue causando enormes problemas. La alternativa es que se promueva una transformación que amplíe, o actualice su actividad.

Sólo si participan en todo el proceso de diseño y construcción los arquitectos podrán recuperar tanto su responsabilidad original, como sus derechos. Su actuación debe incluir diversas escalas: desde la planeación urbana, el diseño de conjuntos y espacios en la ciudad, los edificios y sus interiores y detalles. Por eso, es evidente que, si recuperan esas tareas, tendrán mayor responsabilidad, y también tendrán el derecho a tener mejores remuneraciones y a ocupar áreas que han sido invadidas por otras profesiones.

La situación actual es la peor para cualquier profesión: miles de estudiantes que sólo son preparados para realizar una sola tarea, en un campo profesional ya saturado. Esa situación sólo beneficia a los que contratan servicios que -por la competencia- son ofertados a precios cada vez más bajos.

La crisis de la profesión del arquitecto representa una situación difícil y complicada que necesita examinarse con detalle. Este es un momento decisivo de consecuencias importantes, que tienen que afrontarse porque, de no hacerlo, la situación tiende a agravarse hasta llegar a la progresiva desaparición de la profesión.

La reticencia para actualizar, o modificar, cualquier profesión se explica por la dificultad que representa para los intereses creados de las organizaciones y figuras que la controlan. La arquitectura además cuenta con un prestigio histórico que aún intenta conservar: *La arquitectura tiene un fuerte deseo de solidez y de seguridad. Esa necesidad parece satisfacerse – en parte- por un conjunto de reglas confiables cuya legitimidad no sólo se basa en miles de años de aceptación, porque siempre ha estado ahí, sino en mayor grado por su "aura" de sólida corrección, o de verdad (35).*

### ***Características actuales de la actividad de los arquitectos:***



Las transformaciones de la actividad de los arquitectos, que se han analizado previamente, revelan cómo se han definido en el curso del tiempo. Sin embargo, en los últimos 30 años su actividad se ha modificado a una gran velocidad por la creciente participación de la tecnología electrónica. Las características dominantes de la actividad de los arquitectos pueden resumirse:

- a. Participan en un trabajo en grupo, en relación con otras profesiones (36);
- b. Desarrollan los proyectos arquitectónicos, con requerimientos y condicionantes claramente definidos;
- c. Desarrollan proyectos, a partir de antecedentes construidos, realizando series de obras, no como proyectos aislados (37);
- d. Tienen la necesidad de atender fuertes requerimientos de protección ambiental y de seguridad;
- e. Desarrollan el proyecto, su construcción y evaluación, por medio de programas electrónicos;
- f. Desarrollan proyectos ejecutivos completos, en sistemas BIM, con modelos, especificaciones y costeo;
- g. Los resultados, en todas las fases del proyecto y en su construcción y mantenimiento, son evaluados por otros;

Ante las señales de otra metamorfosis, que hace evidente una transformación más de la arquitectura como profesión; debido a que ahora se está sustituyendo gradualmente al arquitecto en el desarrollo de proyectos, es urgente generar alternativas para que recupere las tareas y responsabilidades que ha abandonado, o promover nuevas formas de trabajo que vuelvan a legitimarlo socialmente.

Esta situación ya había sido anticipada desde 1996 por Herbert Simon: *Hoy en día, el status de casi todas las profesiones está en tela de juicio pues esas complicaciones, añadidas a sus funciones primarias, han aportado un plus de presión a las mismas. La arquitectura, la medicina y la ingeniería se han hecho eco del estrés que ha dado lugar a este proceso* (38).

Ante ese reto, en el siguiente subcapítulo se analiza la urgente necesidad de actualizar las actividades de los arquitectos.

## **Notas.**

1. Nowak M. A. (2006) *Evolutionary dynamics*. Cambridge, Harvard University Press  
En el capítulo 13, dedicado a la evolución del lenguaje, menciona: *Cualquier sistema vivo, o cualquier cosa que surja de un sistema vivo, es consecuencia de la dinámica de su evolución.*

2. Kruft H. W. (1994) *A history of architectural theory*. Nueva York, Princeton Architectural Press, p.21
3. El tratado de Vitruvio fue publicado en Roma en 1486, sin los dibujos de la edición original -que se perdieron- y en Venecia en 1511 con otros dibujos.
4. Vitruvio M. (1985) *Los diez libros de arquitectura*. Edición en español y latín. Madrid, Alianza Editorial, Cap. I *De la vida de los hombres primitivos y de los principios de la humanidad, así como el origen de los edificios y de sus progresos*.
5. O'Gorman J. (1998) *ABC of architecture*. University of Pennsylvania Press
6. Barnes F.C. (2009) *The portfolio of Villard de Honnecourt*. Surrey, Ashgate publishers
7. Flusser V. (2002) *Writings*. University of Minnesota Press, p.66
8. Pevsner N. (1982) *Las academias de arte: pasado y presente*. Madrid, Ediciones Cátedra
9. Cuenca López L. J. (2012) *Aparejadores, Arquitectos técnicos e Ingenieros de la edificación: una aproximación histórica a sus responsabilidades*. Universidad de Granada, p. 76
10. Idem. p.79
11. Idem. p.89-101
12. Idem. Capítulo III
13. Durand J.N. (1980) *Lecciones de arquitectura* (1805). Madrid, Editorial Pronaos  
Rondelet J. B. (1817) *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*. Paris, 7 vols.
14. Addis B. (2007) *Building: 3,000 years of design engineering and construction*. Londres, Phaidon Press
15. Vargas Salguero R. et al. (1998) *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. México, FCE / UNAM, Vol. III  
p. 280-283

16. Epron J.P. (1991) *Architecture: une anthologie*. Liège, Institut Francaise D'Architecture. MardagaEditeur, Tomo 3, p.235-257
17. EpronOp. cit. p.241
18. *Dictionnaire usuel des artistes*. (1830) Pichon et Didier, Paris
19. La *Ley sobre Arquitectura* fue actualizada en 2011architectes.org/connaitre-l-ordre/textes-regissant-la-profession/loi-nb0-77-2-du-3-janvier-1977
20. ecoac.org/normativa/\_nmt/Gen/E864.Pdf
21. Caniga G. / Maffei G. L. (1995) *Tipología de la edificación*.Madrid, Celeste Ediciones,p.11-14
22. U.S. Department of Labor. (2009)*Employment at architectural firms*  
El *American Institute of Architects*, no realiza estudios sobre el empleo de sus agremiados.
23. Moulin R. (1973) *Les architectes:metamorphose d'un profession liberále*.Calmann-Levy
24. *Journal of ArchitecturalEducation*(2015) ha dedicado un número para analizar la crisis de la arquitectura. Vol. 69, no. 1  
Piñón H. (2006) *Teoría del proyecto*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Cataluña, p.9
25. González J. L. (1997) *Claves del construir arquitectónico*. Tomo I, Barcelona, Gustavo Gili, 1997
26. Piñón H. Op. cit. Capítulo 6
27. Gregotti V. (1996) *Inside architecture*. Cambridge, MIT Press  
p. 55
28. Idem. p.53
29. Deplazes A. (2010) *Construir la arquitectura*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili

30. Frampton K. (2015) *A genealogy of modern architecture: a comparative critical analysis of built form*. Zurich, Lars Muller
31. Addis B. Op. cit. p.28
32. *Archi-neering* es un término propuesto por Helmut Jahn y Werner Sobek.
33. Kara H. / Georgoulas A. (2012) *Interdisciplinary design: new lessons from architecture & engineering*. Harvard University, GraduateSchool of Design,p.243-249
34. *Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México*. Secretaría de Comunicaciones y Transporte. 2014
35. Schwars U. (2002) *New German architecture: a reflexive modernism*. Stuttgart, Hatje Cantz Verlag, p.20
36. Cuff D. (1995) *Architecture: the story of practice*.Cambridge, MIT Press, p.248-251  
 En su investigación llegó a la conclusión de que actualmente las obras de arquitectura no son realizadas por individuos, sino por medio de un proceso de colaboración que debe de ser reconocido por los arquitectos, que los edificios excelentes no son el resultado de decisiones personales, sino producto de la cooperación entre arquitectos, usuarios, clientes, constructores y otros profesionales
37. Foster N. (2013) *Influencias*, Madrid, A&V no.163-164, pp.6-39
38. Simon H. (2006) *Las ciencias de lo artificial*. Granada, Editorial Comares, p.181

## **1.7.Escuelas de Diseño en el siglo XX.**

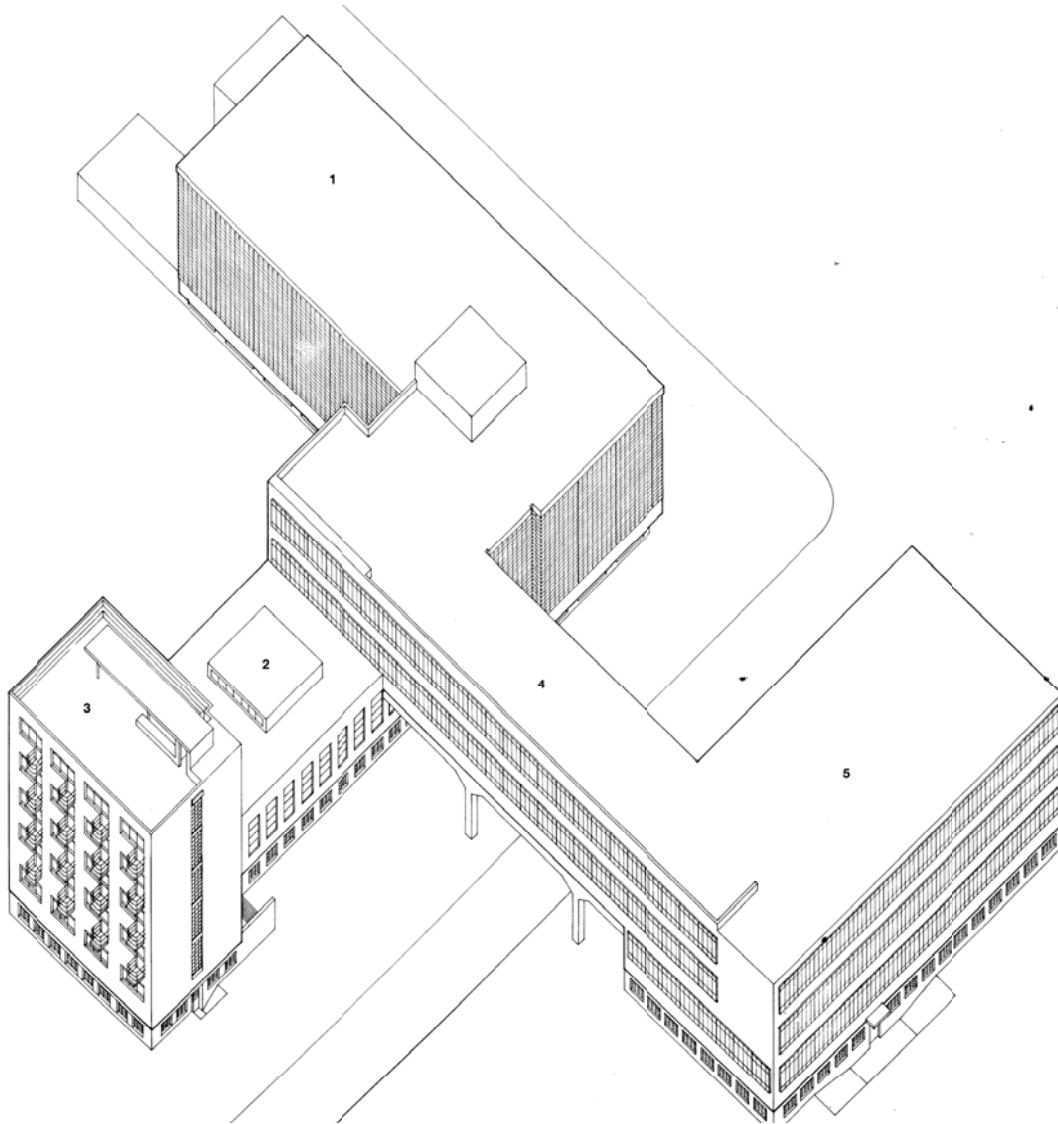


fig. 25. *Bauhaus*. Escuela Superior de Diseño en Dessau, 1926

## **Sinópsis.**

*La enseñanza y la práctica de la arquitectura no se actualizaron en el siglo XIX, y fue hasta el primer tercio del siglo XX que se realizó una verdadera revolución en algunas escuelas de diseño que integraron otras actividades como la arquitectura que -siendo similares- estaban separadas. En las escuelas de arquitectura se continuó la enseñanza tradicional, sin adaptarla -como hicieron las de ingeniería- a los cambios tecnológicos que se realizaron. La contribución que Inglaterra dio al avance de la práctica y la enseñanza de la arquitectura y el diseño durante el siglo XIX fue muy importante, e influyó poderosamente en casi todas las propuestas y movimientos innovadores en el continente europeo y en Norteamérica. La Bauhaus fue el resultado -como el de otras escuelas de Arte y Artesanías alemanas, de un esfuerzo continuo para reformar la educación del arte aplicado en Alemania desde el inicio del siglo XX. Un aspecto que es prácticamente desconocido fue la transformación de la*

*Bauhaus en una Escuela Superior de Diseño, después de su 1ª. clausura y su relocalización en Dessau. Así se transformó una escuela de Artes y Oficios tradicional -que desde 1919 seguía el modelo inglés- en una escuela de diseño, ligada a la moderna producción industrial; y se integraron las actividades de la escuela bajo un concepto -Gestaltung- que no sólo definió a la actividad del diseñador -Gestalter- sino que abarcó todo el proceso creativo. En este sentido, el término alemán Gestaltung es mucho más amplio y completo que el que se ha usado a partir de la definición inglesa -design- que se ha popularizado desde el siglo XIX.*

*Otra experiencia interesante en el desarrollo de la pedagogía del diseño se realizó en los Vkhutemas de Moscú. Aunque su influencia fue considerable, aún ahora no se cuenta con suficiente información acerca de su evolución y sus alcances. La creación de los Vkhutemas debió también a la influencia de los nuevos métodos pedagógicos de aprender-haciendo que influyeron poderosamente en su metodología educativa. La unificación del diseño que se conformó en los Vkhutemas fue el punto de partida para la especialización posterior. Se mencionan otros intentos -en Norteamérica- de reproducir la experiencia de la Bauhaus. Se analizó también la experiencia de la Escuela Superior de Diseño (Hochschule für Gestaltung) realizada -en 1953- en la ciudad de Ulm, en Alemania. Esas experiencias integraron las actividades del diseño, incluida la arquitectura en un solo sistema académico; que actualizó la enseñanza, la investigación y la práctica.*

### **Escuelas de Diseño.**

Como se analizó en el anterior subcapítulo, la enseñanza y la práctica de la arquitectura no se actualizaron en el siglo XIX y fue hasta el primer tercio del siglo XX que se realizó una verdadera revolución en algunas escuelas al integrar -dentro del diseño- actividades como la arquitectura que aunque es similar, estaba separada. En las escuelas de arquitectura se continuó la enseñanza tradicional, sin adaptarlas -como hicieron las de ingeniería- a los cambios tecnológicos que se realizaron.

La contribución que Inglaterra dio al avance de la práctica y la enseñanza de la arquitectura y el diseño durante el siglo XIX fue muy importante, e influyó poderosamente en casi todas las propuestas y movimientos innovadores en el continente europeo y en Norteamérica. A raíz de la revolución industrial, Inglaterra se consolidó como una potencia y estableció una agresiva política para lograr la supremacía en el comercio internacional que, desde el final del siglo XVIII, requería que se mejorara la calidad de los artefactos fabricados.

Desde 1852, se organizaron *Escuelas de Diseño* y el importante papel que estas instituciones tuvieron se puede comprender con el hecho de que -en 1861- había en Inglaterra 67 escuelas y en 1874 eran 177 (1). La extraordinaria importancia de ese movimiento se concretó en tres propuestas:



1. La unidad del arte, opuesta a la jerarquía de las academias artísticas tradicionales.
2. El fomento a la creatividad del trabajo artesanal, que oponían al trabajomecanizado.
3. La reforma del diseño, en los artefactos y en la educación.

Aunque fue en Inglaterra en donde se perfiló y definió la actividad del diseñador (*designer*): el artista-técnico que cubrió varios campos como la arquitectura, el diseño gráfico y las artes aplicadas o diseño industrial, al principio del siglo XX se inició un gradual avance de las corrientes políticas más conservadoras; de esta manera las figuras o movimientos con una decidida posición liberal o socialista encontraron dificultades en su desarrollo. Esa situación provocó que Inglaterra no avanzara, y que su extraordinaria experiencia fuera aprovechada por Alemania y Austria, para transformar sus sistemas de educación y fabricación de artefactos modernos producidos industrialmente.

Desde el final del siglo XIX Viena, al igual que Berlín, fue una ciudad de extraordinaria actividad cultural (2). El arquitecto Otto Wagner, que desde 1894 era profesor en la Academia de Bellas Artes de Viena, publicó al siguiente año un texto fundamental para el inicio de la arquitectura moderna en Austria y Alemania (3). El impacto del texto de Wagner creó una verdadera revolución, que permeó todos los movimientos de renovación de las artes aplicadas desde el final del siglo XIX, hasta el primer tercio del XX.

En 1896 el gobierno de Prusia envió al arquitecto Hermann Muthesius a Inglaterra y a Escocia para estudiar las causas del éxito del diseño inglés. A su regreso, en 1902, Muthesius publicó su manifiesto: *Arquitectura de estilo y Arte de la construcción*. Donde propuso una arquitectura más rigurosa, basada en la objetividad científica, que se abstuviera de toda decoración y se relacionara con el propósito de la forma. Ese año Muthesius fue nombrado coordinador de las *Escuelas de Artes y Oficios* de Prusia; y fundó en Munich, la Liga de Diseñadores Alemanes (*Deutscher Werkbund*) aprovechando el potencial de la producción industrial de Alemania para darle una ventaja competitiva.

La mejor publicación que se ha realizado sobre las escuelas de *Arte y de Diseño* en la Alemania de entreguerras es la de Hans Wingler (4). La investigación de Wingler revela que, al igual que la *Bauhaus*, otras escuelas similares funcionaron en Alemania; que también tuvieron aportaciones importantes, y fueron clausuradas en 1933- por el régimen *nacional-socialista*; aunque no lograron la enorme publicidad que se ha dado a la *Bauhaus*.

### ***Bauhaus.***

El análisis de los antecedentes de la *Bauhaus* demuestra que no fue la única escuela alemana que continuó la influencia de la experiencia de Inglaterra, en la definición y desarrollo del diseño moderno; simplemente ha sido a la que se le ha dedicado la mayor atención y de la que se han publicado la mayor cantidad de libros; lo que ha contribuido a mitificar su importancia (5). La *Bauhaus* no fue ni la única escuela de diseño en Alemania, ni la culminación del diseño moderno, como se ha divulgado hasta su mitificación. Fue una de las numerosas escuelas europeas que durante el primer tercio del siglo XX transformaron la enseñanza del diseño.

La *Bauhaus* fue el resultado -como el de otras escuelas de *Arte y Artesanías* alemanas menos conocidas- de un esfuerzo continuo para reformar la educación del arte aplicado en Alemania desde el inicio del siglo XX. Si se analiza el manifiesto inaugural de la *Bauhaus* puede comprobarse que la organización misma había sido anticipada en varias ocasiones, y se basaba en un programa que Otto Bartning y Bruno Taut habían propuesto a principios de 1919. De hecho, la propuesta inicial de la estructura y modelo pedagógico de la *Bauhaus* fue un resumen de las más interesantes experiencias que -desde 1900- se habían realizado en Alemania y Austria; incluido su famoso Curso preliminar (*Vorkurs*).

Sin embargo, un aspecto que es prácticamente desconocido fue la transformación de la *Bauhaus* en una *Escuela Superior de Diseño*, después de su 1ª. clausura y su relocalización en Dessau. El historiador del arte Harry Mallgrave señaló con claridad el cambio en los objetivos de la *Bauhaus*, cuando la *Escuela de Artes y Oficios* de Dessau se fusionó -en 1926- a la nueva Escuela Superior de Diseño (6).

El cambio en el nombre de la *Bauhaus* no fue arbitrario. El indudable mérito de Gropius fue transformar una escuela de *Artes y Oficios* tradicional -que desde 1919 seguía el modelo inglés- en una escuela de diseño, ligada a la moderna producción industrial. Con extraordinaria intuición, Gropius integró las actividades de la escuela bajo un concepto -*Gestaltung*- que no sólo definió a la actividad del diseñador -*Gestalter*- sino que abarcó todo el proceso creativo, por medio del cual una idea, estructura, objeto, proceso, o situación, es creado, desarrollado, realizado, o modificado, tomando así una forma específica. En este sentido, el término alemán *Gestaltung* es mucho más amplio y completo que el que se ha usado a partir de la definición inglesa -*design*- que se ha popularizado desde el siglo XIX.

### **Vkhutemas de Moscú.**

Otra experiencia importante en el desarrollo de la pedagogía del diseño en el siglo XX se centró en el funcionamiento de los *Vkhutemas* de Moscú. Aunque su influencia fue considerable, aún ahora no se cuenta con suficiente información acerca de su desarrollo y sus alcances. El material escaso que se tiene para conocer su historia está diseminado y la mayoría se encuentra en su idioma original (7).

Parece difícil que una escuela que sin duda tuvo enorme importancia en los primeros años de la primera revolución socialista haya recibido tan poca atención. Su desarrollo en el panorama europeo de la década de 1920 a 1930 fue sumamente importante y su influencia se dejó sentir en los centros culturales más avanzados. No es preciso mitificar ahora su importancia, pero hasta un análisis superficial permite aclarar su valor; y es precisamente en este aspecto donde conviene precisar sus aportaciones.

Los *Vkhutemas*-Talleres Técnico-Artísticos Superiores del Estado- se fundaron con la fusión de la Academia Imperial de Bellas Artes de Moscú y la Escuela industrial *Stroganov*. Su constitución, el 29 de noviembre de 1920-con la aprobación de Lenin- se dio como parte de la reforma de todas las instituciones pre-revolucionarias.

El objetivo central de los *Vkhutemas* fue terminar con la *Academia Imperial*; sustituyéndola por un organismo que permitiera la transformación radical de la cultura material zarista.

Ese panorama se prestó para proponer alternativas nuevas, profundas y radicales. En estas condiciones hay que comprender que la creación de los *Vkhutemas* se debió también a la influencia de los nuevos métodos pedagógicos de aprender-haciendo, que influyeron poderosamente en la metodología educativa tanto de los *Vkhutemas*, como de la *Bauhaus*.

La unificación del diseño en los *Vkhutemas* fue el punto de partida para la especialización posterior. Esa confluencia se dio en un *curso preliminar* de dos años de duración, al cabo del cual los estudiantes podían optar por varias especializaciones. El curso preliminar -*Rabfak*- que fue la base de la organización de los *Vkhutemas*, estuvo vigente hasta 1929. Esa experiencia fue paralela al *Vorkurs* de la *Bauhaus* con el cual guarda algunas semejanzas notables. Basta mencionar la presencia de Kandinsky en los *Vkhutemas* y después en la *Bauhaus*. Después del curso preliminar el alumno ingresaba a diversas especializaciones del diseño en las facultades. De éstas, las que lograron una mayor importancia fueron las de Arquitectura y la de Diseño de metales y madera -germen de la primera escuela de diseño industrial en la Unión Soviética.

La historia de los *Vkhutemas* permite observar que su desarrollo fue accidentado, contradictorio y en algunas ocasiones -como lo prueban algunos documentos- recibió duros ataques tanto del exterior

como de su interior. Las similitudes entre la *Bauhaus* y los *Vkhutemasson* notables; ya que las dos escuelas funcionaron en la misma época y fueron clausuradas por regímenes dictatoriales opuestos, pero similares en su rechazo a la libertad de creación y pensamiento, y en su adopción de una cultura “popular” reducida a escenografías eclécticas.

### ***Chicago Bauhaus.***

El intento más completo y logrado de reproducir la experiencia de la *Bauhaus* en Norteamérica fue la *New Bauhaus School of Design*, o la *Chicago Bauhaus*, como también se le conoció.

Esa escuela fue la que retomó de manera más directa la influencia de la *Bauhaus*; debido a la presencia de Moholy-Nagy y de Bredendieck, un ex-alumno, que dirigió el *curso preliminar*. La escuela sólo funcionó hasta junio de 1938. En 1939 Moholy-Nagy abrió la Escuela de Diseño (*School of Design*) que dirigió hasta su muerte en 1946. En 1944 la escuela fue integrada al *Instituto Tecnológico de Illinois* como un Instituto de Diseño (8).

### ***Harvard: Graduate School of Design.***

La Universidad de *Harvard*, una de las más prestigiadas en Norteamérica, inauguró cursos en arquitectura en 1874. La Facultad de Arquitectura se estableció en 1914 y ofreció los primeros cursos en *Arquitectura de paisaje, Planeación urbana y regional, y Diseño urbano*. Posteriormente, la escuela se transformó en lo que erróneamente se ha denominado la *Harvard Bauhaus*: “En junio de 1936, el director de la Facultad de Arquitectura, Joseph Hudnut, hizo que las autoridades de la universidad aprobaran su propuesta para disolverla vieja Facultad de Arquitectura e integrar sus tres escuelas en una nueva, la Escuela de Graduados en Diseño (*Graduate School of Design -GSD*). Hudnut transformó las tres escuelas en departamentos, cada uno con su director, para que trabajaran unidos con los demás, bajo la supervisión del Director de la GSD. Hudnut escogió para la escuela la palabra “diseño” para señalar la nueva unidad entre las diferentes disciplinas. Explicó que “diseño” describía la actividad esencial y compartida de las tres áreas: arquitectura, planeación y diseño de paisaje” (9).

Sin embargo, a diferencia de la *Bauhaus*, la GSD no tuvo sus características ni alcances; porque sólo se integraron a la arquitectura, algunas especializaciones de la planeación.

Gropius fue contratado como profesor y director (*chairman*) del departamento de arquitectura. Gropius veía el esquema de la *Bauhaus* como un plan maestro de validez universal. Pero -a diferencia de la

*Bauhaus*- la GSD no era una escuela de arte, sino de arquitectura, con tres especializaciones en posgrado.

### ***Ulm: Escuela Superior de Diseño.***

Otro intento por revivir el experiencia de la *Bauhaus* fue la *Escuela Superior de Diseño (Hochschule für Gestaltung)* realizado -en 1953- en la ciudad de Ulm, en Alemania (10).

En abril de 1953 se nombró a Max Bill, exalumno de la *Bauhaus*, como rector. Algunos de los primeros profesores fueron Otl Aicher, Hans Gugelot, Johannes Itten, Tomás Maldonado y Walter Peterhans. El plan de estudios era de cuatro años. El primero estaba dedicado al curso preliminar y después el alumno elegía -durante dos años- una especialidad en: comunicación visual, arquitectura -después transformada en construcción- diseño de productos, o informática. El año final se dedicaba a la preparación de la tesis.

Max Bill veía a la *HfG* como una versión renovada de la *Bauhaus* y luchó por desarrollar las teorías de sus antiguos profesores Kandinsky y Klee, con los aportes de Itten y de Albers; que también fueron contratados como profesores de la *HfG*. Sin embargo, pronto surgieron fuertes críticas, porque los profesores jóvenes rechazaron una educación artística tradicional y se empeñaron en reevaluar el legado de la *Bauhaus*. Esa investigación hizo que en la *HfG* se rescatara la aportación de Hannes Meyer. La recuperación de las aportaciones de Meyer fue la primera que se realizó y su intención no fue política sino práctica; de hecho sirvió como apoyo -fue una auténtica herencia de la *Bauhaus*- la reclamación al interior de la *HfG* para que se tuviera una educación actualizada y acorde a las características de Alemania.

Ese enfrentamiento dividió a la *HfG* y provocó que Bill renunciara en 1955. Primero se nombró a una junta encargada de la dirección y más adelante a Tomás Maldonado, que consideraba que el diseño es un proceso que debe ser sistematizable de manera científica y no intuitiva. Además aclaró que el diseñador no era sólo un creador, o un artista, era también un coordinador. La recuperación del trabajo sistematizado y de la responsabilidad social del diseñador produjo fuertes cambios en el sentido y en la metodología de trabajo de la *HfG*. Esa revisión motivó muchas modificaciones en el contenido y en la organización de las clases y los talleres.

La enseñanza evolucionó constantemente, Gui Bonsiepe, un distinguido ex-alumno, comentó: "*El proceso de pasar de una concepción pre-científica, hacia una concepción científica del diseño no fue nada fácil, a veces incluso traumático, tanto para los docentes como para los alumnos. Hay que recordar que la mayoría de los profesores de diseño tenían una formación artística. No eran científicos con una*

*medalla académica, y no poseían una calificación formal. Su mérito era haber iniciado una aproximación entre diseño y ciencia... que ayudó a desmitificar el proceso proyectual y su enigmática creatividad” (11).*

Las constantes divergencias agravaron la situación interna de la HfG; y la presión externa llegó a un clímax cuando se anunció que la HfG se integraría a la antigua *Escuela de Ingeniería*, y se suspendería el financiamiento del gobierno federal. Ante esa amenaza, los profesores decidieron clausurar la escuela en 1968.

Es evidente que la HfG revolucionó la enseñanza del diseño, integrándolo en una *Escuela Superior* que se adelantó a su tiempo; como antes lo habían hecho la *Bauhaus* y los *Vkhutemas*. Lo que no deja de sorprender es cómo se repitieron -treinta y cinco años después- los mismos argumentos y acusaciones de las autoridades, de ideologías distintas, en la clausura de la *Bauhaus*, de los *Vkhutemas*, y de la HfG.

Esas experiencias motivaron, como se verá en el siguiente capítulo, que en 1974 se integraran en México las actividades del diseño, incluida la arquitectura, en un sistema académico que actualizó la enseñanza, la investigación y la práctica (12).

### **Notas.**

1. Pevsner N. (1982) *Academias de arte*. Madrid, Ediciones Cátedra, p.164-172
2. Schorske C. E. (1982) *Viena. Fin-de-siècle*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, p. 216-227
3. Wagner O. (1895) *Moderne architektur*. Los Ángeles, Getty Center (1988), p.9 El libro tuvo impacto en Alemania y Austria. En 1901 se publicó en inglés en Chicago.
4. Wingler H. (1980) *Las escuelas de arte de vanguardia*. Madrid, Taurus Ediciones
5. Toca Fernández A. (2016) *Bauhaus: mito y realidad*. México, Universidad Autónoma Metropolitana, Biblioteca Básica
6. Estatutos de la *Bauhaus*, noviembre 1925.  
*La Bauhaus es una escuela de diseño (Gestaltung). Sus propósitos son: 1o. Formar las habilidades intelectuales, manuales y técnicas de individuos creativos y talentosos para equiparlos en la realización de diseños, particularmente en la construcción y 2o. Para realizar experimentos prácticos en la construcción de vivienda y diseño interior; y para desarrollar modelos para la*



*industria y las artesanías.*

7. Khan-Magomedov S. (1990) *Vkhutemas*. París, Editions Du Regard  
Toca Fernández A. (1985) *The Moscow Vkhutemas: 1920-1930*.  
Tokio, Architecture+Urbanism, june, p. 6-25
8. Moholy-Nagy L. (1938) *La nueva visión*. Buenos Aires, Ediciones Infinito
9. Perlman, Jill. (1997) *Joseph Hudnut's other modernism at the Harvard Bauhaus*. Journal of the Society of Architectural Historians, Vol. 56, No. 4, december, p.460
10. Aicher O. (1994) *El mundo como Proyecto*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili. p.81-88  
  
Bonsiepe G. / Cullars J. (1995) *Ulm HfG*. Design Issues, Vol. II, No. 2, Summer, p.11-20
11. Idem.
12. División de *Ciencias y Artes del Diseño* de la Universidad Autónoma Metropolitana en Azcapotzalco.

## **2o. Capítulo: *presente***

## 2.1. Arquitectura: cambiamos el oficio... o cambiamos de oficio.



fig. 26. Grace farms, USA. Sejima & Nizhizama, 2014

### Sinópsis.

*Un análisis sobre la práctica profesional vigente muestra que los arquitectos han tenido que encontrar nuevas maneras de operar dentro de la realidad cambiante de la actividad inmobiliaria y de la industria de la construcción. Las investigaciones que se han realizado sobre la práctica de la arquitectura son valiosas, porque han propuesto alternativas de cambio para que se prepare a los futuros arquitectos para la compleja colaboración que implica todo el proceso de diseño. Es evidente que se requiere una 'construcción' completa, actualizada y articulada de la estructura curricular para la enseñanza en arquitectura. Se presentan algunos ejemplos importantes que se han desarrollado para avanzar en el análisis y el diseño de obras arquitectónicas; que son métodos valiosos y útiles para la educación en arquitectura que, desafortunadamente no han logrado el reconocimiento que merecen. Se enfatiza la importancia del dibujo manual como la manera más rápida y fácil de transmitir ideas o información; cuyo valor ha sido cuestionado por la profunda transformación que se ha producido con las nuevas tecnologías en el desarrollo de los proyectos de arquitectura y diseño. Esa revolución silenciosa se ha realizado en sólo treinta años y está modificando profundamente a la arquitectura y el diseño. La complejidad de las formas*

*físicas que se están creando anticipa el surgimiento de una nueva ciencia: el diseño, cuyas técnicas, como la visualización digital de maquetas o modelos es un avance que aún no se ha utilizado en todo su potencial, pero que está modificando la forma de realizar muchas actividades del diseño; incluida la arquitectura. La tecnología para la fabricación de artefactos y el diseño paramétrico, son alternativas que también está avanzando en algunas escuelas de arquitectura, en las que a nivel experimental se diseñan y fabrican elementos arquitectónicos; aunque hasta ahora muchas de esas obras, muy atractivas, generalmente no toman en cuenta aspectos funcionales y sociales, ni todo el potencial que ofrece la visualización con modelos digitales.*

*Ante esos procesos es necesario comprender que la arquitectura y el diseño tienen que adaptarse rápidamente a las diferentes condiciones, limitaciones y posibilidades que tienen ahora sus actividades y -para eso- es necesario que se modifiquen las creencias y se actualicen las prácticas académicas vigentes.*

### ***La práctica de los arquitectos.***

Como se analizó en el capítulo anterior, es urgente ampliar y actualizar la actividad de los arquitectos. Aunque reiteradamente se insiste en que analizar la práctica de cualquier actividad es lo que permite mejorarla, no es frecuente que se haga esa tarea. La razón es obvia: la práctica profesional se concentra en realizar, no en analizar lo que hace. Sin embargo, basta poner atención a lo que se hace para tener la posibilidad de realizarlo mejor, desde la tarea más fácil a la más complicada. Es conveniente mencionar que el significado original de *práctica* es: *hacer o producir algo con un conocimiento, que puede ser comunicado directamente a otros* (1).

En arquitectura -como en cualquier profesión- la práctica es la evidencia -o no- de su avance. Si se analiza la práctica en la actividad vigente de los arquitectos se puede ver que ha sido la forma en que se han adaptado a las características y posibilidades de su trabajo en la realidad cotidiana. Esa adaptación les ha permitido cubrir partes del proceso de diseño y construcción, que regularmente no se incluyen en la enseñanza. La práctica ha sido y es una manera de especializar el trabajo de los arquitectos; pero también de saber cómo realizan su actividad y sus obras. Hay varias razones para que los arquitectos oculten cómo realizan su práctica: la más importante es que la consideran un "secreto" profesional que no debe ser revelado, porque hacerlo público causaría graves daños a su economía y prestigio profesional.

Un primer análisis sobre su práctica profesional muestra que los arquitectos han tenido que encontrar nuevas maneras de operar dentro de la realidad cambiante de la actividad inmobiliaria y de la industria de la construcción y que, para sobrevivir, han tenido que cambiar e innovar

su trabajo (2). Lo paradójico es que, en el caso específico de la arquitectura y el diseño, no se utiliza de manera colectiva la enorme aportación de la práctica para mejorar todos sus procesos. Se insiste en hacerlo, en la enseñanza y la investigación, pero en realidad esa posibilidad se aprovecha poco.

### ***Investigaciones sobre la práctica.***

Por su importancia y por los datos que aportan, son valiosas las investigaciones que se han realizado sobre la práctica de la arquitectura. La realizada recientemente por Andreas Bergström es una actualización de la investigación de Dana Cuff, que aún es la más completa que se ha hecho sobre la situación de la práctica y su relación con la enseñanza: *la obra de Cuff reveló que el centro de la educación es el taller de proyectos y analizó las interacciones entre los profesores y los alumnos; especialmente su papel como receptores pasivos, y también la separación de los temas y obras de las condiciones reales de la práctica. Analizó que el tiempo dedicado por el alumno al trabajo en el taller variaba entre un tercio y la mitad del total; y también que los alumnos sólo se relacionan con una parte del proceso, porque se considera que el diseño es la etapa preliminar del desarrollo de los proyectos. Algo que es completamente diferente en la práctica, donde se diseña también en todas las etapas de su desarrollo, especialmente en la construcción. Señaló que ampliar la definición del diseño podía ser una estrategia para repensar la profesión, y propuso que una definición más amplia del diseño no sólo sería importante para los arquitectos, sino para todas las profesiones del diseño*(3). En ese sentido, las escuelas que han unido diferentes especializaciones, integrándolas en una definición general del diseño -como se analizó en el subcapítulo 4º.- han logrado un avance significativo con respecto a las escuelas de arquitectura tradicionales.

Otra investigación, de Judith Blau, se realizó durante cinco años en 152 oficinas de arquitectos, con 400 entrevistas personales sobre la práctica profesional en Nueva York. Los resultados -basados en datos- muestran las contradicciones entre los aspectos estéticos, técnicos y económicos que se manejan en la práctica. Las encuestas se realizaron durante un periodo de enormes dificultades financieras, donde lo principal para las oficinas era sobrevivir como negocio. El estudio ofrece una amplia visión sociológica sobre los valores, modelos y actitudes de los arquitectos y su confrontación con la actividad diaria de la práctica, que explica la crisis crónica en la que se encuentra la profesión (4).

### ***Una obra fundamental.***

Dana Cuff inició los estudios sobre la práctica de la arquitectura en Norteamérica, que publicó en 1995 y actualizó en 2000. Su investigación se basó en las observaciones sobre lo que los arquitectos hacen realmente; porque ellos saben más de lo que dicen, y tienen un conocimiento-práctico que no es explícito: *Hay una discrepancia fundamental entre las creencias explícitas de la profesión y el mundo de la práctica real de los arquitectos* (5).

Cuff advirtió que la crisis contemporánea de la profesión está provocada por nuevas actitudes sociales, una mayor conciencia del medio ambiente, y por el actual desempleo. En su investigación señaló que la arquitectura es un proceso social que incluye todas las actividades humanas que conforman los espacios habitados, y que es necesario reformar las escuelas, las organizaciones profesionales y la crítica, para realizar un cambio ideológico dentro de la profesión que modifique su sistema de creencias (6).

Mencionó, además: *En mi investigación he visto que, de cuatro aspectos básicos, la profesión favorece sólo uno y descuida los demás, generando nuevos problemas. El primero es que, al enfatizar el rol tradicional del individuo creativo, la profesión oculta la creciente importancia de la acción colectiva. El segundo es que se cree que el diseño brota de una serie de decisiones independientes, y no del resultado de una situación dinámica. El tercero es que el diseño ha sido separado de aspectos de administración y de negocio, a pesar de que están interrelacionados en la práctica diaria. El cuarto es que la imagen del arquitecto como un generalista se contradice con los retos que enfrentan los arquitectos en la práctica, en la que se especializan por sus servicios en el mercado.*

También analizó las contradicciones más evidentes en la práctica de los arquitectos: *Encontré que ciertos dilemas de la profesión llevan a consecuencias no deseadas, tanto para los arquitectos, como para la sociedad: el rol individual versus la práctica colectiva... la separación entre lo artístico y el negocio, y la confusión entre arquitectos especialistas o generalistas. Creo que esas dicotomías pueden resolverse mediante una reforma dentro de la profesión, ayudándonos no sólo a fortalecernos, sino a servir mejor a la sociedad* (7).

La necesidad de ligar las experiencias de la práctica con las escuelas fue enfatizada por Cuff: *Para que estas recomendaciones sean efectivas, deben permitir que los arquitectos reconstruyan la visión de su propio trabajo dentro de las instituciones que definen el perfil profesional: las escuelas, organizaciones profesionales y medios de comunicación. El lugar lógico para concentrarse es en las escuelas, ya que juegan un papel significativo en el entrenamiento de los arquitectos, y porque -como instituciones- tienen una estructura relativamente centralizada para implementar el cambio.*



Señaló también la necesidad de ofrecer alternativas que permitan integrar a los alumnos a la diversidad de la práctica: *Mi intención es ayudar a que la arquitectura desarrolle una "diversidad controlada"... para reforzar el rol de la profesión unificando sus prácticas, que son la base de su fuerza profesional. Creo que los cambios dentro de la profesión demandan una mayor diversidad... la diversificación del curriculum actual debe ser mejor estructurado para atender el propósito profesional de integrar las creencias, con la práctica real. Gran parte de los valores y creencias de la profesión son inculcados en las escuelas. Una de las creencias que se inculca es el individualismo, por encima de la colaboración en un grupo... los aspectos colectivos del diseño no reciben virtualmente ninguna atención pedagógica y generan poca reflexión, y tampoco se da importancia al contexto social de la arquitectura, aunque tiene un papel fundamental (8).*

Hizo una recomendación, que se ha incorporado en varias escuelas de arquitectura, basada en el método del Estudio de casos (*Case studies*): *...que fue desarrollado en la Escuela de Administración de Harvard, y es una forma efectiva de llevar la confusa situación de la práctica real al área de la enseñanza. Por ejemplo, el trabajo en grupo puede incorporar alguna restricción para desarrollar el proyecto -como su costo- para simular la práctica(9). Advirtió también sobre el peligro de centrar la preparación solamente en la etapa del proyecto, como se hace ahora en la mayoría de las escuelas: Estamos preparando muchos alumnos expertos en diseño, para una profesión que sólo puede emplear a muy pocos, y de los que sólo una fracción son diseñadores talentosos; un modelo alternativo surge del examen de la práctica arquitectónica diaria... debemos desarrollar sus habilidades en nuevas áreas, que incluyen aspectos urbanos, procesos políticos, y desarrollo económico... además de las relaciones con consultores en diseño de paisaje, instalaciones, ingeniería estructural, planeación, etc. (10).*

Cuff señaló un aspecto al que no se le da la importancia que merece en la educación: la necesidad de comprenderla como un proceso continuo: *De hecho, la educación tiene que ser una etapa preliminar de la práctica... que se tiene que actualizar constantemente, como en medicina, en ingeniería y en leyes, con el trabajo en hospitales, obras o en despachos.*

### ***Siete alternativas educativas.***

En la parte más valiosa de su investigación Cuff propuso siete alternativas de cambio para que -de manera sistemática- se prepare a los futuros arquitectos para la compleja colaboración que implica todo el proceso de diseño:

1º. Modificar el Taller de proyectos, donde se necesita preparar a los estudiantes para una práctica colectiva; en la que las evaluaciones podrían ser con profesores que representen varios puntos de vista, en lugar de la evaluación de un solo profesor(11).

2º. Ofrecer cursos para la práctica profesional, que permitan la actualización sobre casos de estudio de diversos tipos. Otro, es el servicio social, que se relacione directamente con la práctica en áreas especializadas.

3º. Educación continua, para que los profesionistas estén actualizados en los avances de la tecnología y los procesos administrativos que requieren en su trabajo diario.

4º. La importancia de promover el reconocimiento profesional y el valor social de la arquitectura.

5º. La necesidad de profundizar en el cuerpo de conocimientos de la profesión.

6º. La urgencia de recuperar la confianza de la sociedad en la profesión.

7º. La necesidad de realizar profundas modificaciones en la profesión, para poder mejorarla.

Cuff concluyó:*Estas áreas de cambio requieren reformas en las escuelas, las organizaciones profesionales y en los medios de comunicación. Esas recomendaciones invitan nada menos que a un cambio ideológico dentro de la profesión de la arquitectura, reorientando sus sistemas de creencias para tomar en cuenta la cultura de la práctica arquitectónica actual (12).*

### ***Necesidad de actualizar la enseñanza.***

Tomando en cuenta las investigaciones realizadas y la experiencia de la práctica, es evidente que se requiere la 'construcción' completa, actualizada y articulada de una estructura curricular para la enseñanza en arquitectura. Como la educación tiene que dar al estudiante los hábitos de la búsqueda y del método, y dotarle de los conocimientos y las habilidades que requiera en su actividad profesional; cualquier programa académico debe partir del reconocimiento de las condiciones del entorno de trabajo donde actuarán los futuros profesionales. Eso implica que los contenidos y objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje incluyan todas las actividades en las que pueden participar los futuros arquitectos: gestión, proyecto, construcción y conservación de obras. En resumen, todas las actividades de la industria de la construcción, y no sólo el reducido campo del desarrollo de proyectos.

### ***Investigaciones y propuestas.***

La reflexión sobre la enseñanza de la arquitectura tiene antecedentes desde el inicio del siglo XX. Desde entonces se han analizado y propuesto alternativas para actualizar la enseñanza; aunque ha faltado relacionarlas con la práctica profesional y con los problemas sociales más relevantes. Es significativo que se haya insistido desde casi cien años en la necesidad de actualizar la educación en arquitectura; con investigaciones y propuestas importantes, pero -a nivel general- es lamentable que no se haya logrado ese propósito sino en casos aislados (13).

En 1923, el arquitecto Teodoro Anasagasti publicó un libro sobre enseñanza de la arquitectura en el que enfatizó la necesidad de reformar los planes de estudios de la *Escuela Técnica Superior de Arquitectura* de Madrid, y mencionó: *El tema de la reforma de la enseñanza es uno de los más importantes que pueden someterse a la deliberación de los claustros de profesores, y es también uno de los más delicados, por la dificultad de explicarlo sin rozar algún interés personal... la reforma completa de la enseñanza de la arquitectura incumbe a otras generaciones, y a nosotros iniciarla.* Enfatizó que, más que modificar los contenidos, el interés debería centrarse en los *métodos de instrucción* (14).

En 1994 la Universidad de *Manchester* publicó una investigación sobre la educación en arquitectura que hacía un recorrido desde 1660 a 1990. Basada en la investigación sobre 28, de las 36 escuelas inglesas existentes, se describía la transformación del papel del arquitecto que, desde el sector público, dominaba la profesión entre los años 50 a 80, y controlaba el 75% de la construcción: *...a la progresiva anarquía de las modas en arquitectura, que van y vienen en las principales escuelas, en las que los cursos de estructuras y construcción no se relacionan con los talleres de proyectos, y en las que sólo la de Newcastle tenía relación con prácticas en la construcción.* La recomendación para superar la grave crisis de la profesión resumía las tres etapas de su transformación, y señalaba -en 1993- que: *...ya no sería ilegal practicar la arquitectura sin estar titulado* (15).

Ese mismo año se celebró una reunión internacional sobre la educación de los arquitectos en la Universidad de *Portsmouth*. La publicación de 24 ponencias, del resumen del *Reporte Burton*, y de la estadística sobre el número de arquitectos y estudiantes en 68 países - entre los cuales no aparece México- fue muy importante. El *Reporte*, realizado por el *Royal Institute of British Architects*, enfatizó la importancia de ofrecer cursos de educación continua, incorporando a otras disciplinas, especialmente las relacionadas con la construcción; la urgencia de que los estudiantes tuvieran un año de experiencia práctica, para ligarla con la enseñanza; y la necesidad de promover la investigación para innovar y mejorar los métodos de enseñanza (16).

En Norteamérica, el *Reporte Boyer* ha sido la investigación más pormenorizada sobre la relación entre la educación y la práctica. Se realizó -entre 1987 y 1996- con el apoyo de las cinco organizaciones de arquitectos más importantes. En 1994 se integró una encuesta que incluyó a cientos de estudiantes, profesores, directores, y arquitectos en la práctica, cuyos testimonios sirvieron para sustentar el reporte; y se analizaron también los 103 programas de las escuelas acreditadas. *Descubrimos que a menudo los estudiantes y profesores de arquitectura están desconectados de otras disciplinas, y distantes de entorno social y cultural de la escuela. En algunas, la currícula está alejada de las preocupaciones de los clientes, de la comunidad, o de los grandes problemas de la condición humana* (17). El Reporte tuvo dos objetivos: *primero examinó los problemas y las posibilidades de las escuelas de arquitectura... y después presentó una modesta propuesta para desmitificar los propósitos y potencialidades de la educación y la práctica de la arquitectura.* El Reporte incluyó además recomendaciones para el futuro de la educación y su necesaria relación con la práctica: *En los próximos años una de las grandes prioridades de las escuelas de arquitectura es que la educación de los arquitectos, no sólo sirva para hacerlos competentes, sino para que respondan a su compromiso social... nuestro esfuerzo no sólo es criticar la situación actual; lo más importante es identificar una propuesta para el futuro, y promover un debate sobre los temas de mayores consecuencias* (18).

De manera similar a la obra de Cuff, el *Reporte Boyer* propuso siete objetivos esenciales para renovar la educación y la práctica de la arquitectura:

1º. Enriquecer las actividades de los arquitectos para mantener la confianza del público.

2º. Preservar y proteger la diversidad de los programas académicos, promoviendo la ampliación de los posgrados;

3º. Fijar criterios nacionales de calidad en la educación, para que las escuelas sean acreditadas y los alumnos tengan un mismo nivel de conocimientos y habilidades;

4º. Que el curriculum de las escuelas prepare a los estudiantes para que tengan el conocimiento y habilidades que les permitan integrarse a la práctica profesional real;

5º. Que las escuelas promuevan un clima de aprendizaje con una clara visión sobre los propósitos de la enseñanza, que facilite compartir la comunicación, el trabajo en equipo y las experiencias; que deben ser evaluadas;

6º. Integrar la enseñanza con la práctica profesional, ofreciendo cursos de educación continua, para evitar la falta de preparación técnica, y para propiciar el trabajo en equipo;

7º. La urgencia de recuperar la responsabilidad social del arquitecto, para evitar la separación y aun la indiferencia de muchas escuelas ante las necesidades y problemas de la ciudad y del país (19).

Difícilmente se puede tener una guía más completa para que las escuelas de arquitectura actualicen y mejoren su educación. Sin embargo, aunque se tienen suficientes indicaciones y propuestas, parece que lo que no se ha analizado es la resistencia al cambio de muchos profesores de las escuelas de arquitectura (20). Una de las organizaciones que participó en el *Reporte Boyer* es la *Association of Collegiate Schools of Architecture* ACSA, que publica desde 1947 el *Journal of Architectural Education* y celebra periódicamente congresos y seminarios.

El arquitecto Thomas Fisher, director de la *Escuela de Arquitectura y Diseño de Paisaje* de la Universidad de Minnnesota; publicó una reflexión sobre la práctica y la enseñanza de la arquitectura; en la que analizó la crisis de la profesión señalando la profunda separación de la docencia con los problemas de la práctica, y la consecuente pérdida del reconocimiento social: *Más de media docena de estudios, realizados en los pasados 65 años, han identificado los mismos problemas que descubrió el Reporte Boyer, que prueban la resistencia de la cultura dominante (en arquitectura) para aceptar los cambios propuestos* (21). Enfatizó que a diferencia de la medicina, que ha avanzado con el aporte de las disecciones, los diagnósticos, o las operaciones quirúrgicas que realizan los estudiantes y los médicos, y que constituyen la base de su actividad, la arquitectura es una profesión que sin antecedentes y sin evaluar su actividad, pretende diagnosticar, diseñar e investigar. Aclaró que en muchos sentidos, es así como se realiza la enseñanza y la práctica de la arquitectura; porque no se estudian los casos relacionados con un problema a resolver, no se analizan los edificios ya construidos, no se diagnostican sus aciertos y errores, y no se tienen técnicas explícitas para operar en cada etapa del proceso de diseño y construcción de los edificios. Señaló, además, que tiene una visión optimista de la profesión porque el diseño tiene un papel central en la solución de los problemas de organización y del mejoramiento del entorno construido, que tienen que ser resueltos por equipos interdisciplinarios que se adapten, diseñen y transformen en cada nuevo proyecto (22).

En una reciente publicación se detallan las experiencias de 13 oficinas -de 700 empleados a menos de 20- que han integrado la investigación en su trabajo diario; que señala un importante y profundo cambio en la práctica de la arquitectura (23).

***Experiencias en la enseñanza.***

Como se mencionó en el anterior subcapítulo, algunas experiencias que se desarrollaron en Europa han sido significativas para transformar la educación en arquitectura y diseño. Las más importantes integraron en las *Escuelas Superiores de Diseño* a diversas especializaciones, incluida la arquitectura. La integración de los talleres de diseño con los de fabricación fue una de las propuestas más importantes -uniendo así la enseñanza con la práctica real. En arquitectura esa transformación llevó a que se participara en proyectos reales, que eran diseñados y construidos por grupos de maestros y alumnos, en la *Bauhaus* y en otras escuelas.

Se mencionó que uno de los objetivos básicos en la enseñanza de la arquitectura es desarrollar proyectos socialmente relevantes, que incluyan su viabilidad ambiental, técnica, y económica. Para lograrlo, se requiere hacer explícitos los objetivos y contenidos, las estrategias, recursos didácticos y el sistema de evaluación para garantizar su cumplimiento.

### ***Metodologías en arquitectura.***

Un recorrido por las diversas experiencias que se han realizado demuestra que durante 1,500 años la enseñanza de muchas actividades fue en talleres que presidía un maestro, que realizaba su trabajo con el auxilio de aprendices. Con la institucionalización de la enseñanza -en el siglo XVII- se aprovechó la participación de profesores con experiencia práctica y el apoyo de textos teóricos. Esa transformación estructuró un sistema que se concentró en academias y escuelas.

En el caso de la arquitectura, se presentan propuestas recientes que han resultado muy útiles para definir, tanto la enseñanza, como la práctica profesional; y algunas alternativas que se han aplicado para actualizarlas. Una característica que es común en todas estas propuestas es que todas se ha apoyado con dibujos, o diagramas, que permiten comprender mejor y más fácilmente las instrucciones, procedimientos y resultados propuestos. Este aspecto es fundamental porque la información visual -con dibujos- hace más efectiva la transmisión que se requiere para poder aplicar cualquier metodología en arquitectura y en diseño.

El primer intento de ordenar las actividades de los arquitectos y señalar algunas de las características de su trabajo fue el tratado de *Vitruvio* -el más conocido en la arquitectura Occidental- que hasta el siglo XIX fue la referencia obligada para todos los arquitectos (24). Sin embargo, los textos que más influyeron fueron los de *Vignola* y de *Palladio*, que estaban ilustrados con numerosos dibujos y eran útiles manuales para la práctica. En cambio, el tratado de *Vitruvio* se perdió y fue recuperado hasta 1483, sin los dibujos originales que fueron reinterpretados después por diversos arquitectos.



Ante la necesidad de aplicar de manera clara y precisa los cinco órdenes de la arquitectura greco-romana que, con el tratado de Vitruvio se habían convertido en referencia para la arquitectura Occidental, la publicación, en 1562, del breve tratado de Vigñola -una guía de 32 láminas ilustrada con dibujos- se convirtió en un manual que se aplicó ampliamente en Europa y después en América. La influencia de este texto y sus ilustraciones se comprueba por sus múltiples ediciones y por los centenares de edificios que se diseñaron a partir de sus indicaciones. El manual -que es una rudimentaria guía metodológica- mostraba diversos ejemplos de aplicación de los órdenes, por medio de dibujos y módulos que permitían construirlos, adaptándolos a las medidas que se decidían en cada caso (25).

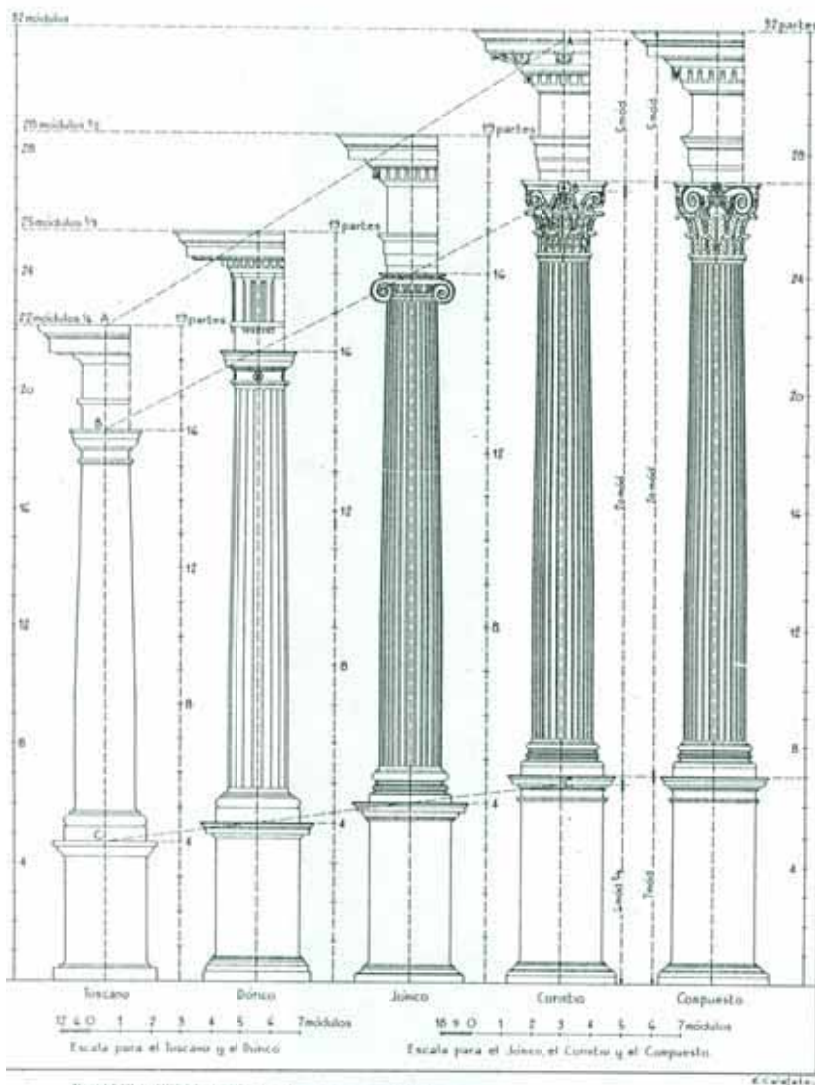


fig. 27. Vigñola, 5 órdenes clásicos, 1562

El tratado de Palladio, publicado en 1570 y magníficamente ilustrado por sus dibujos, fue también una referencia muy importante

para diseñar edificios, porque mostraba ejemplos e indicaciones para realizarlos.

Sin embargo, el primero que formuló una metodología explícita para desarrollar proyectos fue el arquitecto J.N.L. Durand -a principios del siglo XIX- en sus lecciones en el *Instituto Politécnico* de París. Con su método Durand estableció, apoyado por sus extraordinarios dibujos, lo que llamó un mecanismode composición: *Camino a seguir en la composición de un proyecto cualquiera: combinar entre sí los diversos elementos, pasar a continuación a las diferentes partes de los edificios y de éstas al conjunto. Ese es el camino que se debe seguir cuando se quiere aprender a componer; por el contrario, cuando se analiza (una obra) debemos de comenzar por el conjunto, continuar por las partes y terminar por los detalles* (26).

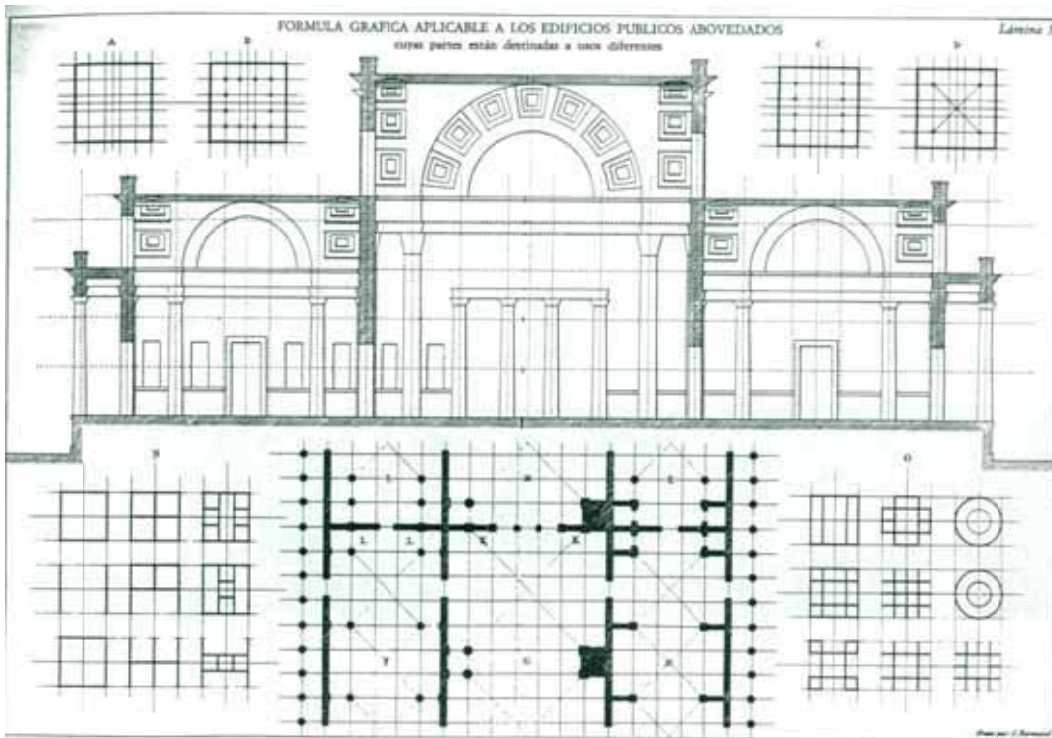


fig. 28. Durand, *Lecciones de arquitectura*, 1805

La contribución de Durand fue una verdadera revolución en la enseñanza; que inició la moderna pedagogía de la arquitectura. Sus lecciones fueron resultado de su actividad práctica, y estaban dirigidas a apoyar la formación de sus estudiantes. Mediante dibujos que ilustraban sus 8 lecciones, presentó a sus alumnos una detallada manera de elaborar toda clase de proyectos de arquitectura. Además, fue el primero que publicó los objetivos, y definió las estrategias y los medios o recursos didácticos para desarrollar proyectos que, además, implicaban un sistema para evaluarlos.

Las continuas reimpresiones y traducciones de sus *lecciones* dan cuenta de la enorme importancia e influencia que tuvo esa obra. Desde el punto de vista didáctico, constituyeron un avance significativo ya que establecían los principios generales de la arquitectura y aportaban una metodología explícita para la formación de los estudiantes. Sus lecciones se enfocaron al desarrollo de proyectos, señalando sus características: *Para tener una idea completa de un edificio, es necesario hacer tres diseños (dibujos), que se llaman planta, corte y elevación; la primera representa al edificio horizontalmente, la segunda la disposición vertical de la construcción, y por fin la tercera, que no es y no puede ser otra sino el resultado de las dos anteriores, representando su exterior* (27).

Fue tal el éxito de las *lecciones* de Durand que, para numerosas generaciones de arquitectos en Europa y América, se convirtieron en una obra de referencia obligada hasta el inicio del siglo XX; lo que permitió que estudiantes y profesionales aplicaran esa metodología para desarrollar sus proyectos.

### ***Avances durante el siglo XX.***

Durante el primer tercio del siglo XX se publicaron algunos *Manifiestos* que promovían la transformación de la arquitectura y el diseño. Uno de los primeros y más interesantes fue el de los *Neo-plasticistas*, que resumió en 16 principios su propuesta (28). Sin embargo, como el movimiento estaba dirigido a arquitectos, artistas y diseñadores, esos principios sólo eran propositivos: *...la arquitectura debería ser elemental, económica, funcional, informe y no monumental* (29).

Otra de las propuestas más completas y revolucionarias en el desarrollo de la metodología aplicada a la arquitectura y el diseño fue la del arquitecto ruso Moisei Ginzburg, en su obra *Estilo y época*, de 1924. Un aspecto central fue su énfasis en la necesidad de una nueva arquitectura; como producto de su entorno, de las condiciones culturales y materiales de su época, y de la moderna tecnología. Esa arquitectura debía remplazar al anacrónico eclecticismo, para iniciar un nuevo estilo que, en su primera etapa, era fundamentalmente constructivo. Así, la arquitectura *constructivista* no era un estilo, sino un método de diseño que implicaba la invención de nuevos edificios sin decoraciones, y también la aplicación de nuevas técnicas constructivas para albergar los procesos sociales que demandaba la revolución soviética.

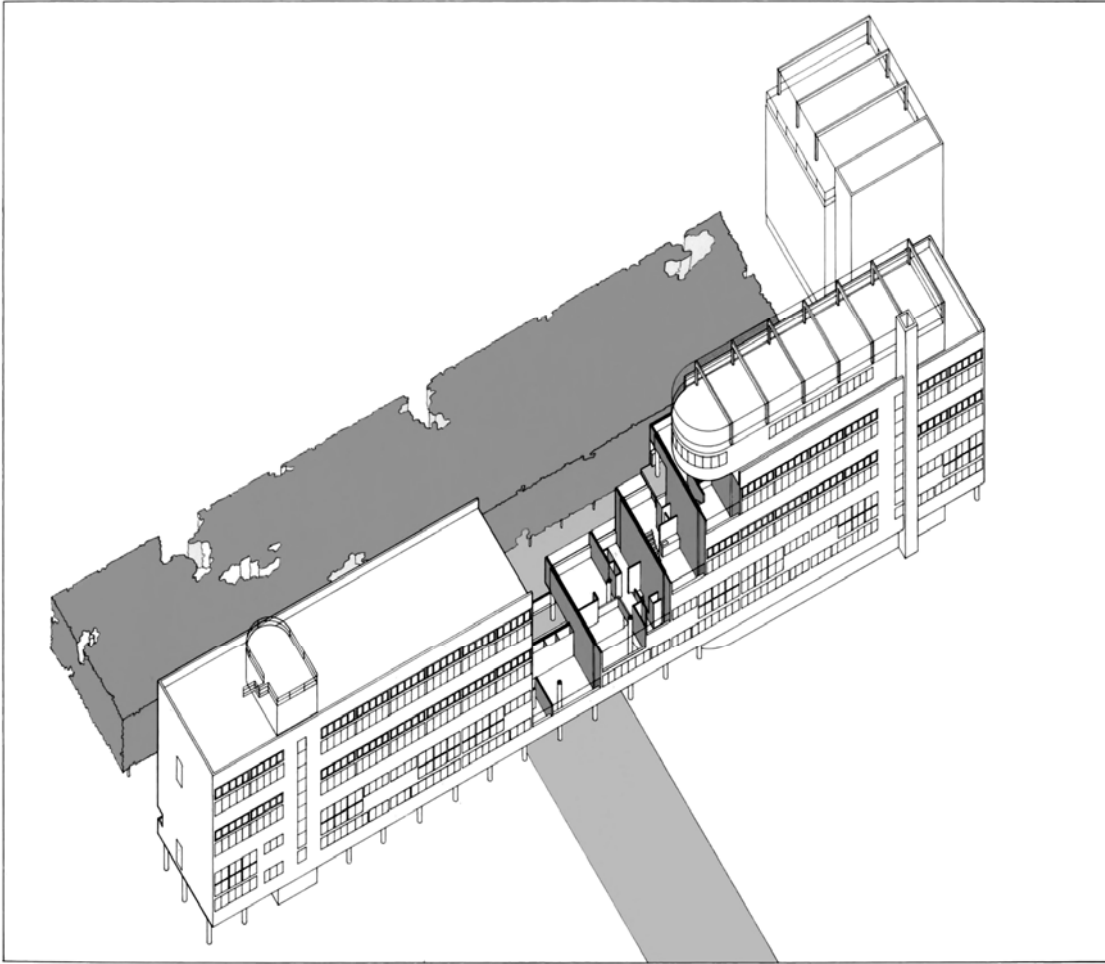


fig. 29. Ginzburg M. Edificio *Narkomfin*, Moscú, 1932

El método *constructivista* de Ginzburg señalaba que: *La creatividad subconsciente e impulsiva tendrá que ser remplazada por un método de organización claro y diferente, que economice la energía creativa del arquitecto y transfiera su fuerza liberadora a la innovación y al poder del impulso creativo* (30). De esa manera, la *creatividad impulsiva* fue remplazada en el grupo *Constructivista* por un método de creatividad funcional, que implicó un trabajo simultáneo en la enseñanza, en el laboratorio y en la práctica profesional; como el que ahora -significativamente- se está realizando en algunas escuelas europeas y norteamericanas. La investigadora inglesa Catherine Cooke ha publicado ese método de diseño, que revela el extraordinario avance que los arquitectos soviéticos tenían, y que aún es prácticamente desconocido (31). El *Método Funcional de Laboratorio y Enseñanza* tenía por objeto analizar edificios o artefactos existentes, para crear nuevos - en cuatro etapas- desde el desmembramiento de los precedentes, al re-ensamble de un nuevo diseño.

Otra propuesta importante fue la de Yakov Chernikhov, publicada en Leningrado entre 1927 y 1933 (32). Su metodología, apoyada por sus extraordinarios dibujos, resumió los principios del movimiento *Constructivista*, que congregó a arquitectos, artistas y diseñadores. Basta mencionar que pasaron más de cuarenta años para que se iniciara en Europa un movimiento semejante, que promovió métodos para las diversas actividades del diseño, incluida la arquitectura. Especialmente importante fue la contribución de arquitectos y diseñadores como Geoffrey Broadbent, J. Christopher Jones, Lionel March, o Cristopher Alexander (33).



fig. 30. Chernikhov I. *Fantasía arquitectónica*, 1930

Lamentablemente, tanto las obras de Ginzburg, como la de Chernikhov no se conocieron fuera de la Unión Soviética, y sus textos fueron traducidos al inglés hasta los años ochenta del siglo pasado. Sin embargo, sus obras al igual que la de muchos arquitectos y diseñadores rusos de esa época, fueron copiadas después para promover un movimiento *deconstructivista* que -siendo atractivo visualmente- no se interesó por revolucionar nada, y sólo fue una moda formalista (34).

En 1927 se publicó el que sin duda ha sido el texto sobre arquitectura más importante en el siglo XX: *Los cinco puntos para una nueva arquitectura*, de Le Corbusier. Ningún otro ha tenido mayor influencia, y su éxito se demuestra con la enorme cantidad de edificios que se realizaron a partir de su propuesta. El éxito del texto de Le Corbusier -



de una página- fue que presentó, no sólo las intenciones o ideas generales para definir una nueva arquitectura; sino que además propuso los elementos arquitectónicos para realizarla (35).

A partir de la publicación de su *manifiesto* -ilustrado con dibujos- a nivel mundial se convirtió en un manual de aplicación práctica, como antes -y por mucho tiempo- lo había sido el tratado de Vigñola sobre los órdenes clásicos, o las lecciones de Durand durante el siglo XIX.

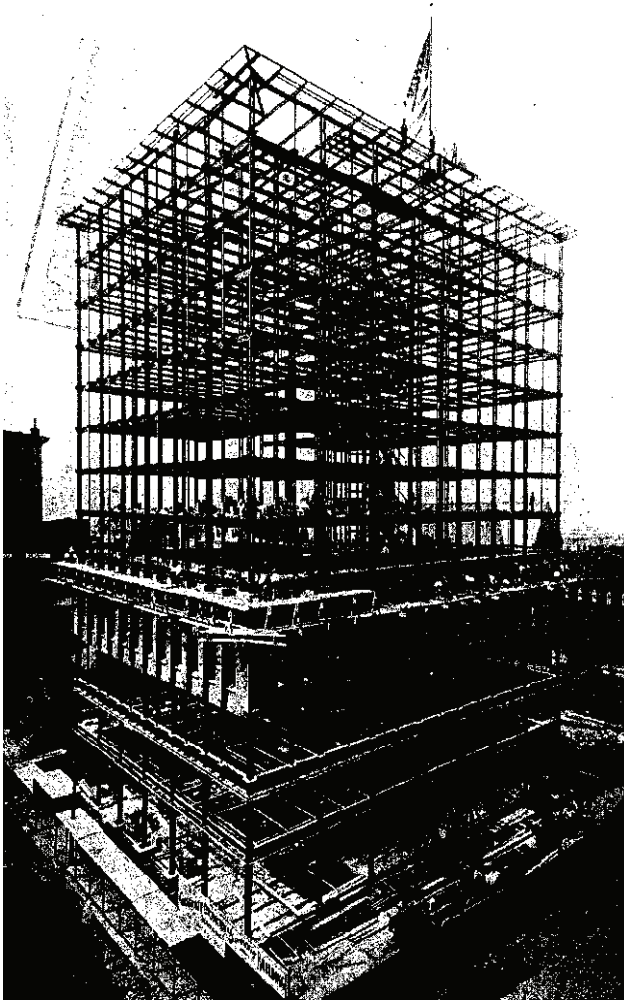


fig. 31. Louis Sullivan, Chicago, Edificio *Guaranty*, 1896  
Columnas, planta libre y fachada libre; 30 años antes de la publicación de los *5 puntos para una nueva arquitectura*

El análisis que realizó Le Corbusier fue sobre edificios ya construidos, en los que descubrió cada uno de los elementos que resumió en *cinco puntos*. Lo valioso de su propuesta fue que dio a conocer -en un listado- los resultados de su investigación práctica, que definían las características de una nueva arquitectura. Reveló así un sistema formal y promovió una técnica constructiva, que provocó una verdadera revolución en los edificios en los que se aplicó. Los *cinco*



*puntos* son: los *pilotes* -o columnas; el techo-jardinado; la planta libre; la ventana alargada; y la fachada libre.

Esos elementos arquitectónicos fueron resultado de la aplicación de la nueva tecnología del concreto armado ya que, mediante ese sistema constructivo, las columnas y las losas liberan al edificio del contacto con el terreno y permiten que la azotea se use como jardín. Además, las plantas y fachadas libres hacen posible que los muros pierdan su función de carga, convirtiéndose en ligeras mamparas divisorias -en el interior- o en una pared-cortina (*curtain-wall*), en las fachadas exteriores.

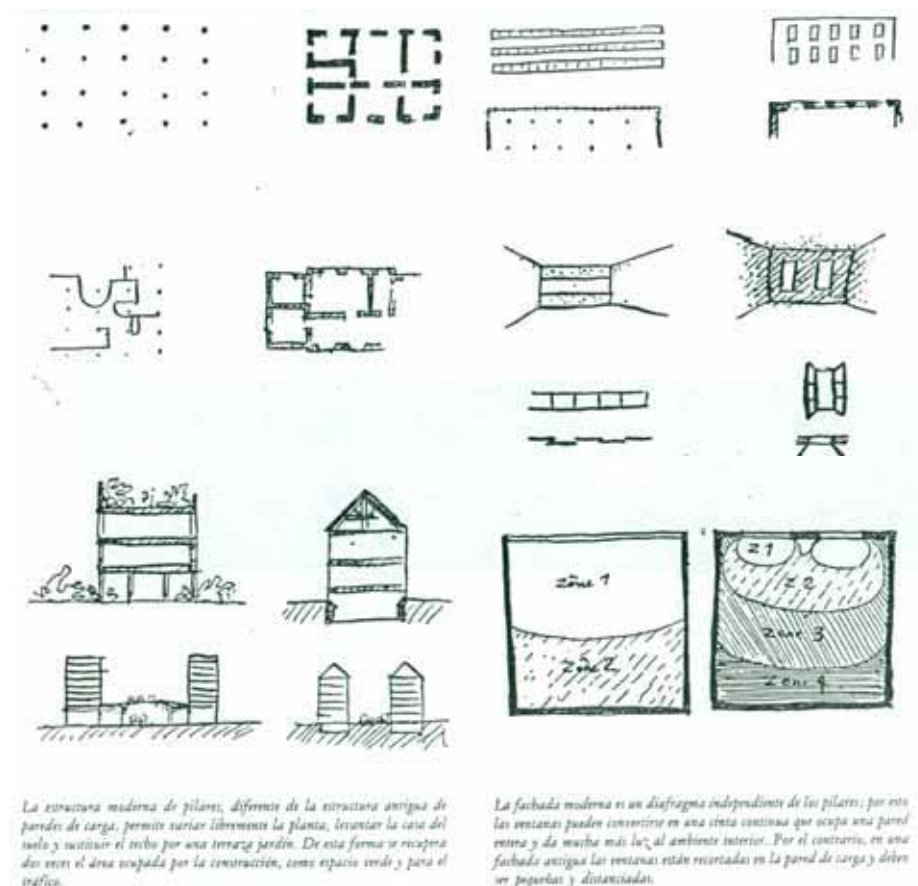


fig. 32. Le Corbusier. *Cinco puntos para una nueva arquitectura*, 1927

La repercusión de este manual fue muy importante a nivel mundial; y en México, desde la década de los años treinta del siglo XX, la adopción de *los cinco puntos* modificó la práctica de la arquitectura. Para 1952 su influencia ya era muy extendida, y el mejor ejemplo fue su aplicación en muchos edificios de la *Ciudad Universitaria* de la UNAM, cuya calidad ha sido reconocida internacionalmente como patrimonio de la humanidad.

La aplicación de *los cinco puntos para una nueva arquitectura* provocó una revolución -aún vigente- que se gestó fuera de las escuelas de

arquitectura, que seguían promoviendo una arquitectura anacrónica, ecléctica y obsoleta; que es un ejemplo de la resistencia al cambio que en muchas escuelas es aun evidente.

A pesar de la importancia de esta propuesta, muchos arquitectos aplican ahora estos elementos sin conocer su origen; y en la enseñanza muchas veces no se toma como un antecedente valioso. Si se analiza la arquitectura contemporánea, sin importar las figuras, o las obras, se puede verificar hasta qué punto es aún vigente la contribución de Le Corbusier; quien no mostró después otros elementos arquitectónicos que también usó en sus obras (36).

Otro avance valioso fue realizado -en 1972- por el director de la *Escuela de Arquitectura y Planeación Urbana* de la Universidad de Princeton, el arquitecto Robert Geddes.

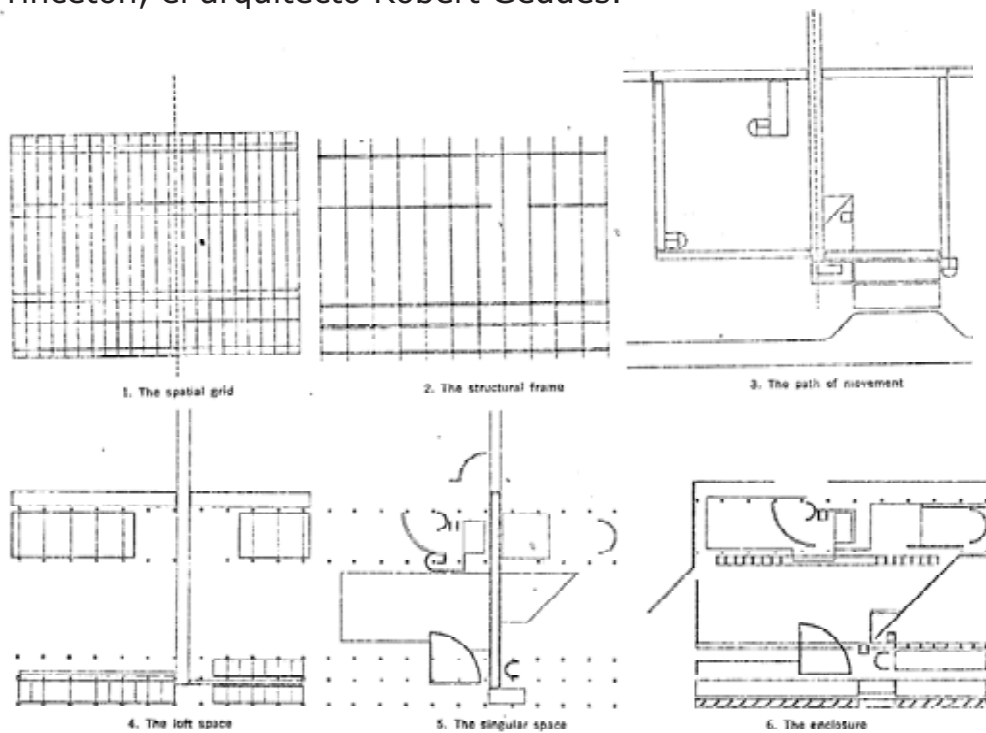


fig. 33. Geddes R. 6 diagramas de integración del proyecto del *Instituto de Estudios Avanzados*, Princeton 1972

Geddes presentó en dos artículos su metodología para el desarrollo de proyectos: *Mi propósito es identificar los principios, los elementos y relaciones, de manera útil para el profesional de la arquitectura; en segundo lugar, indicar hasta qué punto es útil que la práctica de la arquitectura sea parte de una serie de obras, en lugar de que sean obras aisladas* (37). Los artículos mostraban una serie de dibujos de la metodología que utilizó en el desarrollo del proyecto para el edificio del *Instituto de Estudios Avanzados* de la Universidad de Princeton. La importancia de su propuesta se respalda por su doble

experiencia como director de la escuela de arquitectura de *Princeton* (1965-1982), y su distinguida práctica como arquitecto. En 1984, el *American Institute of Architects* le concedió un premio de excelencia por su contribución a la educación.

Esa metodología permite, tanto a los estudiantes como a los profesionistas, analizar o desarrollar proyectos de arquitectura de forma clara y explícita: *La comprensión de la arquitectura depende de la habilidad para identificar y clasificar sus elementos, y entender la relación entre éstos*. La propuesta se basó -además- en su experiencia profesional: *En los pasados seis años hemos desarrollado un sistema formal en una serie de edificios* (38). La metodología estableció 6 niveles de integración del proyecto:

*1º. Orden espacial (Spatial grid)*. Es la organización espacial y geométrica que se propone para el proyecto. Esa red -una vez determinada- se puede modificar, sobreponer o distorsionar: pero determinará todas las características del edificio y su apariencia. Habitualmente esta organización espacial es ortogonal; aunque hay otras posibilidades como la radial, triangular, o la irregular, y sus diversas combinaciones o variaciones.

*2º. Sistema estructural (Structural frame)*. Si habitualmente la red espacial se usa para organizar los espacios horizontalmente -en planta- el sistema estructural implica necesariamente una solución tridimensional. Esto es muy importante porque establece -desde el inicio- la relación entre la geometría del proyecto y su estructura de soporte; algo a lo que se le da muy poca importancia. La estructura así considerada, no sólo sostiene al proyecto, sino que forma parte integral de la obra construida.

*3º. Red de circulaciones (Path of movement)*. Los espacios para los movimientos dentro del edificio están condicionados -o pueden modificarse- por los tres criterios anteriores y permiten los desplazamientos horizontales y verticales.

*4º. Espacios compartimentados (Loft space)*. Son espacios similares en el edificio que tienen diversos usos, permiten su zonificación en el desarrollo del proyecto, y están condicionados tanto por la red espacial, como por el sistema estructural.

*5º. Espacios principales, y de servicio (Singular space)*. En cualquier proyecto hay espacios más importantes que otros, que se deben incluir dentro de los 4 niveles de integración anteriores. Desde 1961, el arquitecto Louis Kahn incluyó en sus proyectos los espacios de servicio

(*servicespaces*), a los que -regularmente- no se les da importancia en muchas obras.

6º. *Recubrimiento, o cerramiento exterior del edificio(Enclosure)*. El diseño de las fachadas exteriores es fundamental, no sólo en la apariencia del edificio, sino en su funcionamiento. Este último nivel se relaciona evidentemente con la propuesta de *los cinco puntos* de Le Corbusier -la planta y fachada libres (1927).

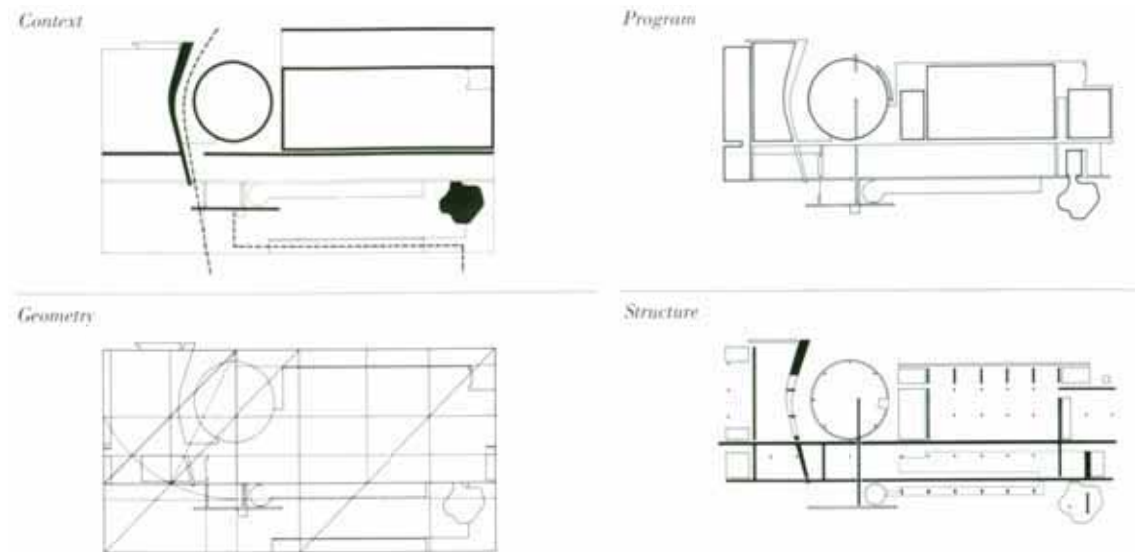


fig. 34. Meier R. 4 diagramas del proyecto del *Museo Arte Moderno*, Barcelona, 1991

La influencia más evidente de la metodología desarrollada por Geddes puede comprobarse en la obra del arquitecto Richard Meier quien -sin darle crédito a Geddes- la aplicó en 32 obras, de 1965 al 2000. Los diagramas correspondientes que publicó Meier, revelan claramente que usó la metodología de Geddes para integrar esos proyectos (39). Desarrolló también un muro-panel metálico prefabricado que aplicó en 44 obras, de 1977 a 1997(40).

Ludovico Quaroni publicó en 1977 sus lecciones para proyectar, desarrolladas en la Facultad de Arquitectura de Roma. Las lecciones son necesarias para los alumnos por: *...la falta de una concepción unitaria de la arquitectura y del proyecto como construcción de una estructura, sistema integrado, o un organismo, en el que los componentes de la tríada de Vitruvio no sólo se hallen presentes, sino que estén necesariamente fundidos, resueltos y disueltos en la arquitectura resultante*. Advirtió, además, que esas lecciones no pretendían convertirse en un manual rígido, sino en una guía para los estudiantes:

*...el resultado de la estructura final deber ser un sistema de coherencias internas, más que una suma de componentes (41).*

En 1986, el arquitecto y urbanista austriaco Robert Krier publicó su metodología para el desarrollo de proyectos, que aplicó en diversas escuelas de arquitectura europeas. Su propuesta buscó relacionar, en la integración de los proyectos, las conexiones entre la función y la construcción de los edificios: *Mi objetivo principal es formular y establecer un conjunto de reglas básicas para la composición en arquitectura. Estas reglas están destiladas en formulas simples y didácticas... que sólo pueden ser la suma de los elementos arquitectónicos y las reglas de composición que determinan su integración (42).* Krier desarrolló su propuesta con el apoyo de centenares de dibujos, aunque sus explicaciones son a menudo confusas. En la parte final de su libro hizo una fuerte crítica a la situación de la enseñanza de la arquitectura en Europa y presentó 7 propuestas para mejorarla, que son similares a las que reiteradamente se han planteado (43).

El arquitecto español Martí Aris, ha desarrollado también una investigación sobre el proceso de integración de una obra, en la que señaló: *La generalizada actitud empirista de los arquitectos e incluso, a veces, su desprecio por la teoría no es más que un síntoma del escaso nivel de conciencia que se tiene sobre los procesos con los que se concibe y se gesta la verdadera arquitectura(44).*

A través de su análisis, Martí Aris reveló tres categorías, o etapas de integración en los proyectos de arquitectura:

*1º. Elementos o partes de la construcción:* como el muro, columna, ventana, cornisa, o bien vestíbulo, escalera, y cubierta; entendidos como elementos materiales que implican un procedimiento constructivo, a través de cuya combinación o ensamble se conforma el edificio.

*2º. Las relaciones formales entre estos elementos o partes:* como la yuxtaposición, sucesión, separación, cierre, penetración, o simetría; es decir conceptos que, aunque referibles al mundo de la arquitectura, pertenecen a una disciplina más amplia a la que podríamos denominar *morfología*.

*3º. Tipos arquitectónicos:* son todos aquellos edificios que tienen una estructura similar: una idea de organización de la forma que conduce hacia un conjunto reconocible. Esta tercera categoría, formada por los tipos arquitectónicos, es la que posee una naturaleza más compleja, ya que resulta de la mutua interacción de las dos primeras, cuyos elementos y relaciones constituyen los ingredientes que componen un tipo. Además, señaló que es conveniente aprovechar para



esos ejercicios las tipologías de equipamientos metropolitanos en: salud, educación, cultura, comercio, deporte, industria, o recreación.

Otra propuesta, una de las primeras en las que se enfatizó la necesidad de desarrollar proyectos con la ayuda de programas electrónicos, fue desarrollada por Ulrich Flemming en el MIT. La metodología propone un repertorio de lenguajes arquitectónicos -con vocabularios y gramáticas- a partir de los cuales se pueden realizar nuevos diseños. La ventaja de aplicar en estos ejercicios la visualización gráfica -que se facilita con los programas de cómputo- es evidente y señala también la posibilidad de usar modelos de representación tridimensional (45). *Se presenta un sistema para realizar composiciones arquitectónicas, con la ayuda de la computadora; introduciendo una serie de lenguajes arquitectónicos caracterizados por un vocabulario de elementos, y una gramática cuyas reglas indican cómo esos elementos pueden ser colocados en el espacio. Los ejercicios con cada lenguaje incluyen el análisis de obras precedentes, la generación de formas usando un conjunto dado de reglas, y estudios de aplicación con un conjunto de reglas* (46).

Flemming mencionó que el proceso de diseño arquitectónico puede ser visto como una forma de computación, o como una secuencia de operaciones realizadas con dibujos del objeto que se diseña: *En los pasados cuatrocientos años, la representación predominante usada por los arquitectos para desarrollar y describir un diseño ha sido el dibujo lineal. El diseño comienza con una idea inicial que es dibujada y sometida, una y otra vez por medio de dibujos, a una serie de modificaciones. La noción de que el diseño es una secuencia de computaciones se explica por los dibujos que el arquitecto produce para explicar la forma de un diseño y cómo ha sido generado. Estas observaciones sugieren que el arquitecto piensa constructivamente, esto es, que los principios que aplica están concebidos como generación de alternativas. Considerar al diseño como un proceso de computación implica esta actitud e indica, al mismo tiempo, las enormes posibilidades de utilizar el poder generativo de la computadora.*

Analizando obras ya construidas, Flemming explicó cómo se integraron -de manera gradual- mediante un lenguaje de diseño: *...que es un conjunto de reglas que explican los principios de composición, o las convenciones usadas en cierta obra de arquitectura, o en una colección de obras que las hacen reconocibles por pertenecer a cierto periodo, o por ser de determinado arquitecto. Estas reglas forman la gramática de un lenguaje; y sirven para desarrollar la forma y la colocación de los distintos elementos, que constituyen el vocabulario de ese lenguaje* (47).

Con la intención de que sirviera en la enseñanza y en la práctica, expuso la integración gradual de los lenguajes arquitectónicos; en lo que



denominó arquitectura de:

*1º. Muros*, que es el lenguaje de numerosas arquitecturas vernáculas; *2º. Masiva*, en la que las paredes conforman volúmenes, que dan una mayor libertad en el diseño de espacios interiores; *3º. Paneles*, que permiten mayor libertad en el diseño, y eliminan el concepto de "caja", que separa el interior y el exterior; *4º. Estructura*, que contiene dos elementos típicos: las columnas y traveses, que forman los marcos de la estructura. Esos marcos establecen las divisiones de la estructura en partes relacionadas y; *5º. Recubrimiento o envoltorio*, en el que los elementos no estructurales son independientes (48).

El arquitecto Norman Foster ha desarrollado también una metodología - poco conocida - que ha aplicado en el desarrollo de sus proyectos, y que responde a las diversas escalas del conjunto, y del edificio: *1º. Lugar y clima; 2º. Forma y apariencia; 3º. Recubrimientos externos; 4º. Configuración interna; 5º. Sistemas ambientales; 6º. Energía y Agua; 7º. Materiales* (49).

En 2016 se publicó la metodología desarrollada por Valerio Olgiati en la *Academia de Arquitectura* de Mendrisio; que establece 5 parámetros para desarrollar los proyectos, que son muy similares a los propuestos por Foster: *1º. sitio o localización; 2º. tamaño del edificio; 3º. función; 4º. tipología; y 5º. materiales y técnicas constructivas*. En esta metodología el desarrollo del proyecto: la formulación de la idea o del concepto se considera fundamental. Sin embargo, lo que resulta contradictorio es que Olgiati mantiene que, aunque la idea es la fuerza que guía al proyecto, el proceso de composición tiene criterios arbitrarios y que -por eso- no se puede enseñar (50).

Es significativo que las propuestas analizadas coincidan en señalar la importancia de contar con una metodología que permita desarrollar proyectos de manera explícita y secuencial.

### ***Morfología de edificios construidos.***

A diferencia de otras profesiones, en la enseñanza de la arquitectura -específicamente en el desarrollo de proyectos- a menudo se inicia el proceso de diseñar sin antecedentes de lo que se pretende resolver. En cambio, el estudiante de medicina tiene que realizar disecciones para poder comprender la anatomía humana; actúa después como ayudante médico y -finalmente- puede realizar operaciones quirúrgicas. Además, los estudiantes acompañan al médico en su recorrido por el hospital para participar en el diagnóstico de los pacientes; y también analizan la anatomía humana, lo que les permite comprender su estructura y funcionamiento.

Paradójicamente, en la enseñanza y la práctica de la arquitectura no se acostumbra, ni se aprovecha diseccionar edificios ya construidos, ni diagnosticar sus aciertos y errores, porque no se tienen técnicas explícitas para hacerlo en cada etapa del proceso de diseño y construcción, y tampoco se desarrolla una *morfología* para comprender la estructura y funcionamiento de los edificios. Por el contrario -y de manera sorprendente- se espera que el estudiante realice sus proyectos sin ninguna preparación que le permita saber cómo generarlos. Además, pocas veces se visitan edificios u obras en construcción, similares a los que se intenta diseñar. Sumado a esto, lo absurdo es que se enfatiza que el alumno tiene que “crear” su proyecto sin antecedentes, ni la ayuda del profesor; que sólo es responsable de “corregir” los errores que detecta.

Como contraste, en la práctica, algunos arquitectos reconocidos analizan obras construidas para aprovecharlas en su propio trabajo. Por eso la ciudad construida puede ser el antecedente para cualquier actividad didáctica o profesional; pues sus edificios constituyen la evidencia y el material básico para cualquier proyecto nuevo, de restauración, o de re-uso; ya que son obras que pueden analizarse o de-construirse, para conocerlas mejor y utilizarlas como antecedentes para nuevos proyectos.

Uno de los avances más significativos y útiles que se ha realizado con la ayuda de los nuevos programas electrónicos, es el análisis detallado de edificios construidos: su *morfología*, que en este caso es el estudio de su estructura formal, o física. Esa tarea permite conocer los antecedentes, variaciones y adaptaciones que secuencialmente se han generado, para aprovecharlos en la generación de nuevos proyectos. Para poder hacer eso, es necesario que se cuente con la mayor información sobre un edificio determinado, sobre la obra de un arquitecto, o sobre la *tipología* que se quiera conocer y aprovechar; haciendo un análisis gráfico del método de diseño que se utilizó en el desarrollo del proyecto y la construcción de la obra.

Hasta hace poco tiempo era muy difícil analizar edificios, o *tipologías*, porque la información era escasa y estaba dispersa. Ahora, con la enorme la información que se publica, o que está disponible en *Internet*, se puede utilizar ese potencial por los estudiantes y profesionistas de arquitectura o de diseño. Esta tarea es una de las más importantes en el futuro porque permitirá que, con las nuevas tecnologías, se pueda usar la enorme cantidad de información (*Big-Data*) que ahora está diseminada en libros y revistas. Ese enorme acervo es tan importante que no es aventurado prever que en el futuro se realizarán muchas investigaciones con esos materiales, para desarrollar cualquier diseño.

Actualmente es tal la cantidad de información que se ha generado

en *Internet* sobre los edificios, que es difícil consignarla; aunque la mejor manera de utilizarla es considerar el ciclo completo de vida de cualquier obra, desde su planeación, diseño, construcción, transformación y demolición. Evidentemente, las etapas más analizadas de este ciclo han sido las del diseño del proyecto y su evaluación; pero es necesario aclarar que se deben abarcar todas las etapas del ciclo de vida de los edificios para que el análisis sea completo y más útil.

### ***Obras aisladas... o series de obras.***

Como se señaló en el 4º. subcapítulo, si se analizan las características de un edificio, o de un artefacto, se puede descubrir que a menudo no son obras aisladas, sino que forman parte de una serie y que, en el caso de algunos arquitectos o diseñadores, sus obras son parte de: *...un sistema de producción en el que los elementos que ya se han definido y usado y los aspectos que el diseño ha resuelto en determinada etapa, pueden servir como estímulo para realizar la siguiente obra* (51).

El análisis de edificios de la ciudad, o de cualquier arquitecto importante, revela aspectos que habitualmente no se conocen; porque cada obra tiene información -en los dibujos, fotografías y en el mismo edificio- sobre la integración de sus elementos arquitectónicos, desde el proyecto, hasta su construcción.

De hecho, la comprensión de la arquitectura depende -entre otras cosas- de la habilidad que se tenga para conocer, identificar y clasificar sus elementos, y entender que son parte de una serie de obras, que se deben analizar para poder generar nuevas. Por eso es conveniente que los estudiantes se informen para aprovechar la gran cantidad de experiencias e investigaciones valiosas que se han producido, con las que se puede actualizar tanto la enseñanza, como la profesión. Eso es importante porque tampoco la mayoría de las investigaciones o análisis de obras históricas benefician a los estudiantes; ya que la mayoría de las veces el análisis histórico se ha limitado a señalar ciertas características, datos y fechas, que no tienen una utilidad práctica.

Sin embargo, tanto las obras históricas de arquitectura, como las contemporáneas, se pueden analizar de manera más útil: desde las características formales del edificio, hasta sus condicionantes, como el medio ambiente, la cultura, la economía, o el entorno social. Por eso es necesario advertir que, aunque el análisis formal de la arquitectura es muy útil, en las obras construidas existen también otras condicionantes que determinan su forma y que deben ser consideradas para analizarlas y evaluarlas.

Desafortunadamente, las valiosas aportaciones que se mencionan a continuación no han tenido un impacto significativo en las temáticas

de la mayoría de las escuelas de arquitectura; lo que hace evidente – una vez más- la separación entre la enseñanza y la investigación que, supuestamente, deberían estar integradas.

### ***Precedentes: su utilidad.***

Salvo contadas excepciones, la historia de la arquitectura no ha tenido una utilidad práctica que beneficie directamente a la actividad profesional y a la enseñanza. Por eso, y a diferencia de muchos historiadores de arquitectura, la investigación y análisis de Rudolph Wittkower ha sido fundamental para identificar de manera explícita en una serie de obras arquitectónicas su estructura formal, sus elementos principales y sus relaciones.

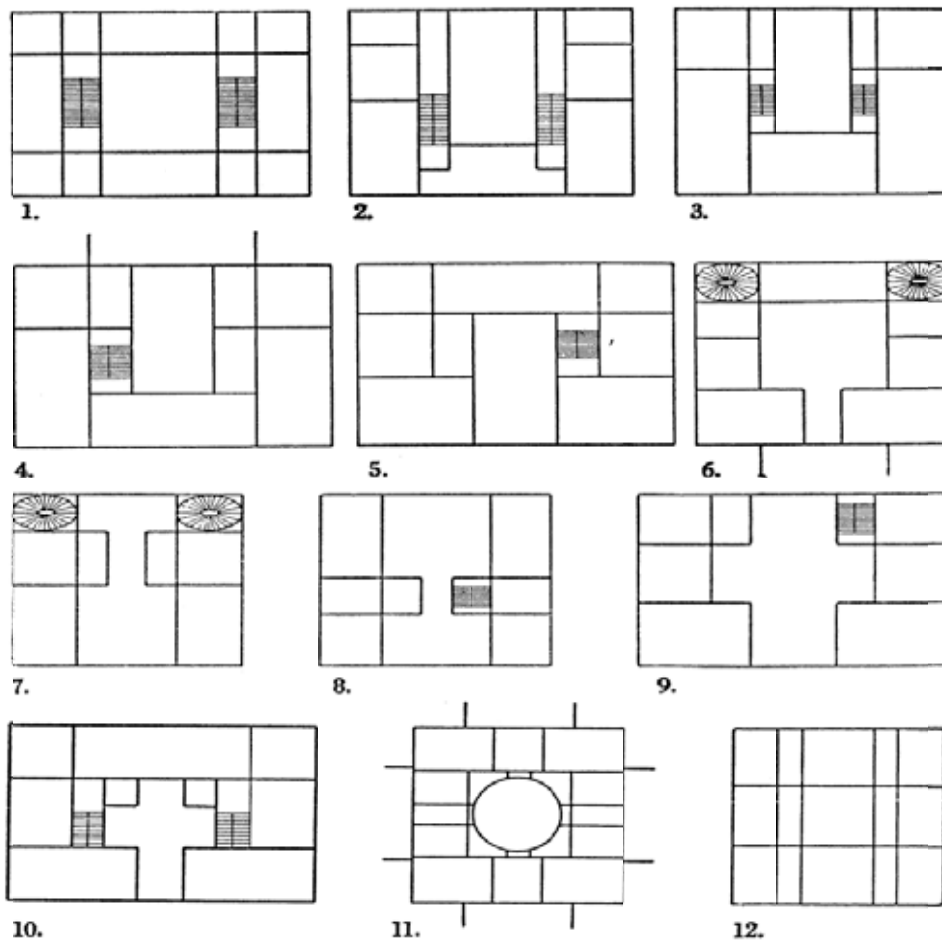


Figura 8.

fig. 35. Wittkower R. *Villas de Palladio*. Diagramas de su estructura formal

Wittkower señaló la importancia de considerar que la práctica se concreta en una serie de obras que pueden ser analizadas y evaluadas,

porque tienen características similares. En su análisis gráfico estableció las invariantes formales desarrolladas por Andrea Palladio en 12 casas o villas, en las que mostró la similitud de su estructura formal: *...unas cuantas plantas típicas, que abarcan un período de quince años, demostrará que derivan de una sola fórmula geométrica... y se verá que la Villa Rotonda constituye la cristalización más perfecta del esqueleto geométrico fundamental*(52).

La aportación de Wittkower ha sido significativa y ha sido continuada por otros arquitectos. Destacan las investigaciones de George Stiny, William Mitchell, Lionel March, Philip Steadman y Ulrich Flemming, quienes han desarrollado metodologías para el análisis detallado de obras de arquitectura y de diseño.

El trabajo que inició Wittkower fue avanzado por March y Steadman -en 1974- con su importante análisis sobre la organización espacial de diversos diseños, y la aplicación en arquitectura de operaciones de simetría de translación, rotación, o reflejo (53).

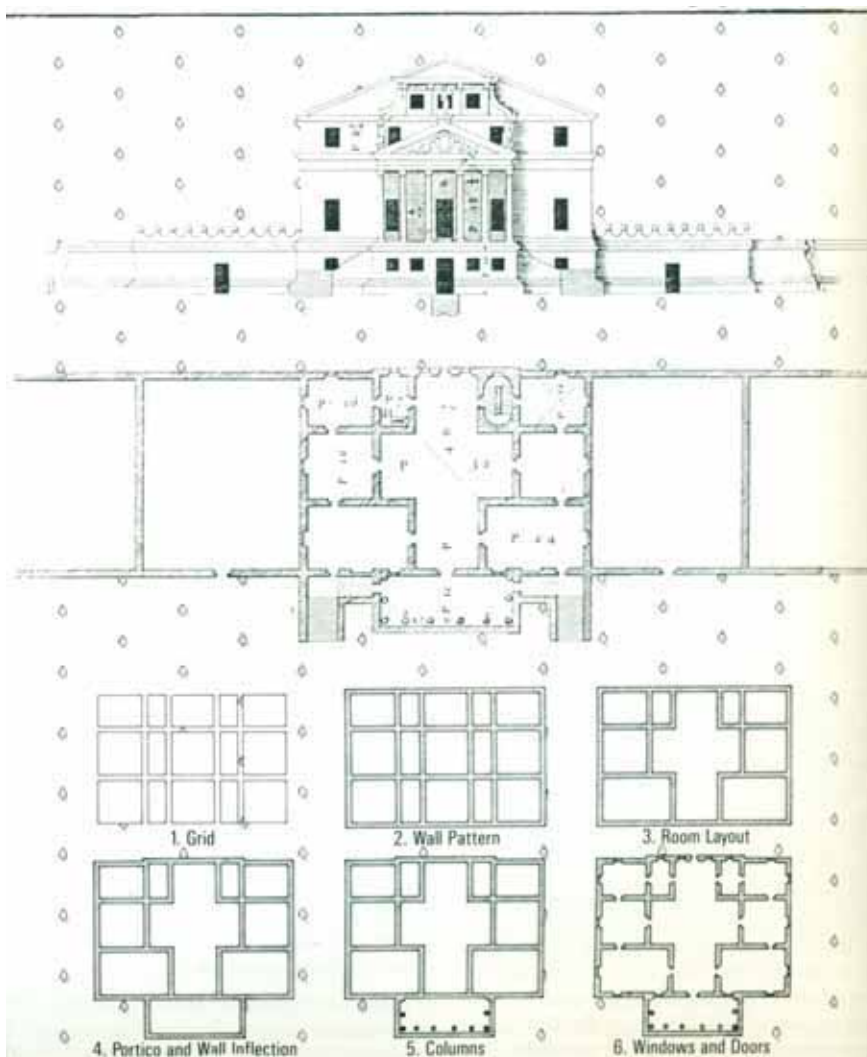
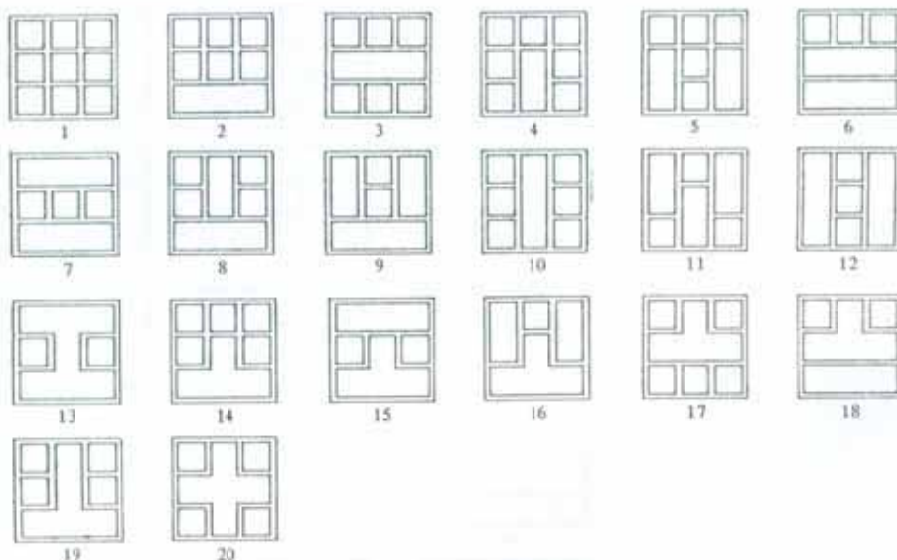


fig. 36. Stiny / 6 etapas de la gramática formal en las villas de Palladio

Esa investigación ha sido continuada -con mayor detalle- en otros estudios realizados por George Stiny en la Universidad de California; donde desarrolló una *gramática formal paramétrica* de arquitectos como Palladio, o Wright, que establece las reglas formales de un grupo de obras -dentro de las cuales están las originales-que permiten realizar nuevos diseños con las mismas características formales (54).

1 The enumeration of all plans of size 3 x 3



2 The enumeration of all plans of size 5 x 3

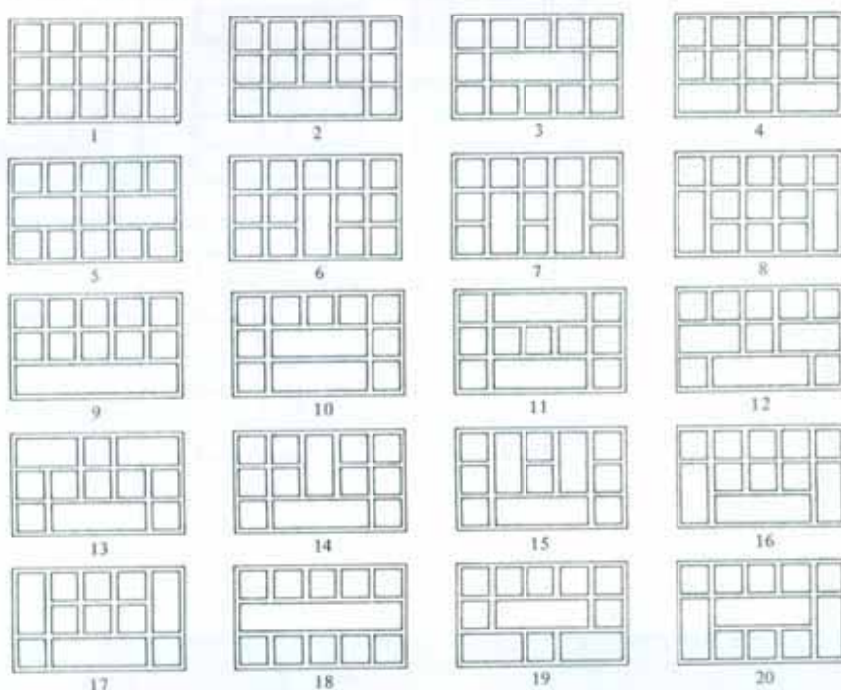


fig. 37. StinyG. / Mitchell W. *Gramática formal paramétrica* de las villas de



Palladio

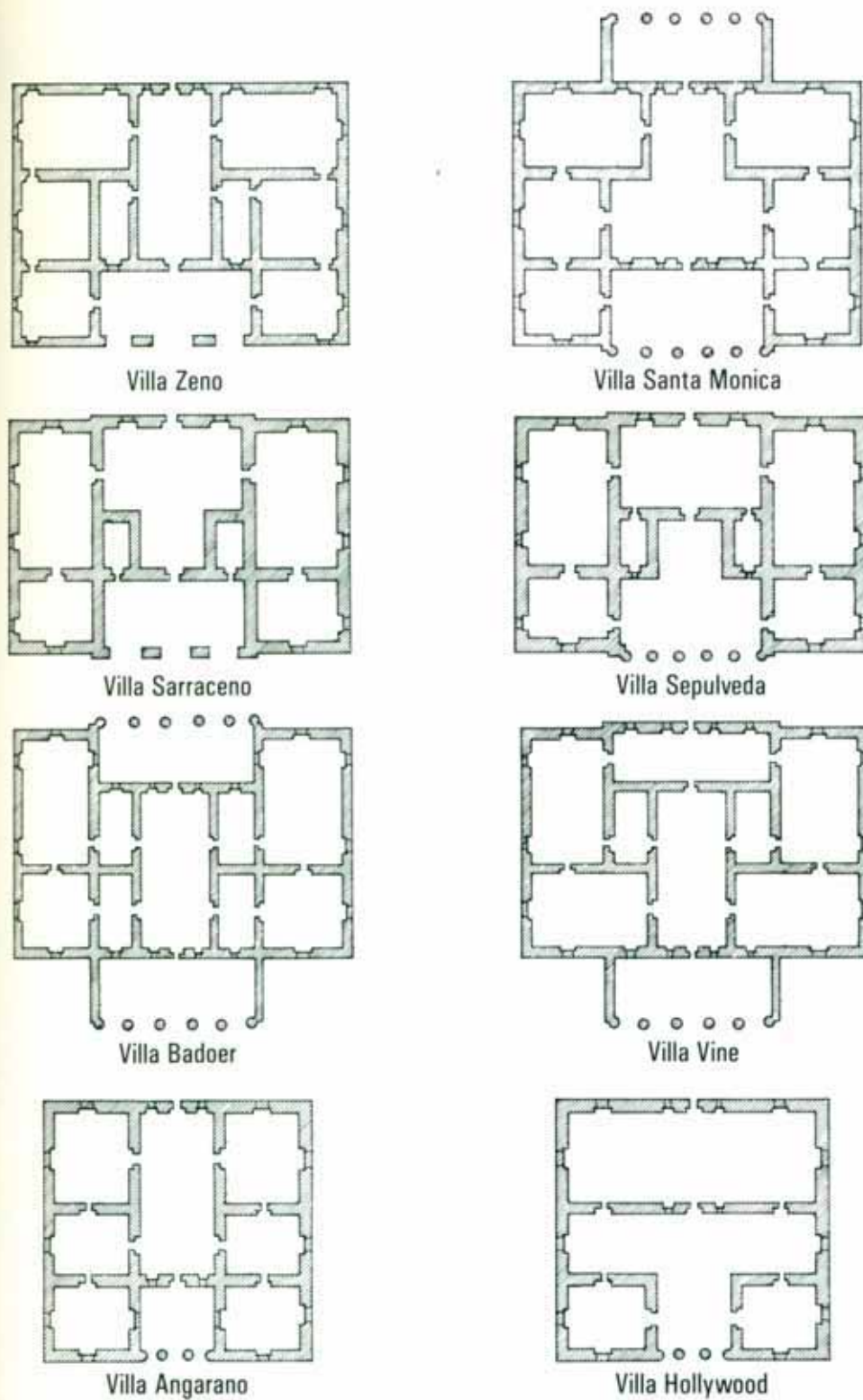


fig. 38. StinyG. / *Gramática formal paramétrica* de las villas de Palladio

Izquierda 4 villas originales / Derecha 4 nuevos diseños

Las investigaciones de Stiny se continuaron en la Universidad de California y posteriormente en el MIT. En Los Angeles, dos discípulos suyos, analizaron 11 casas de Frank Lloyd Wright -de su periodo de la *Pradera*- para deducir su lenguaje formal y, a partir del elemento central del diseño -la chimenea- establecieron 13 reglas formales que generan un catálogo de 89 diseños diferentes, dentro de los cuales están 11 casas originales de Wright, y unun nuevo diseño (55). Es evidente que el valor didáctico de esos análisis puede ser muy útil en la enseñanza.

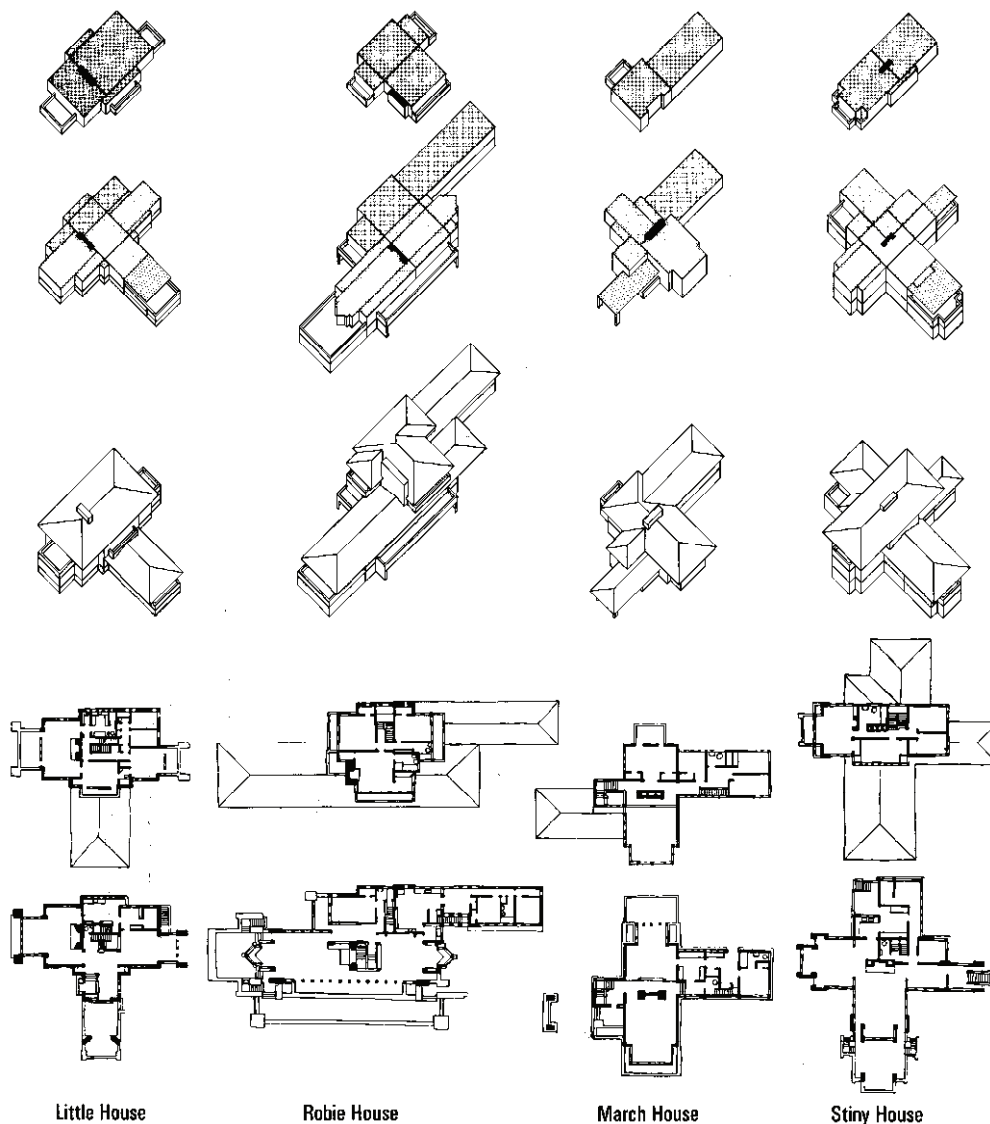


fig. 39. Casas generadas con la *Gramática formal paramétrica* de F. Ll. Wright. Izquierda 2 diseños originales / Derecha 2 nuevos diseños.

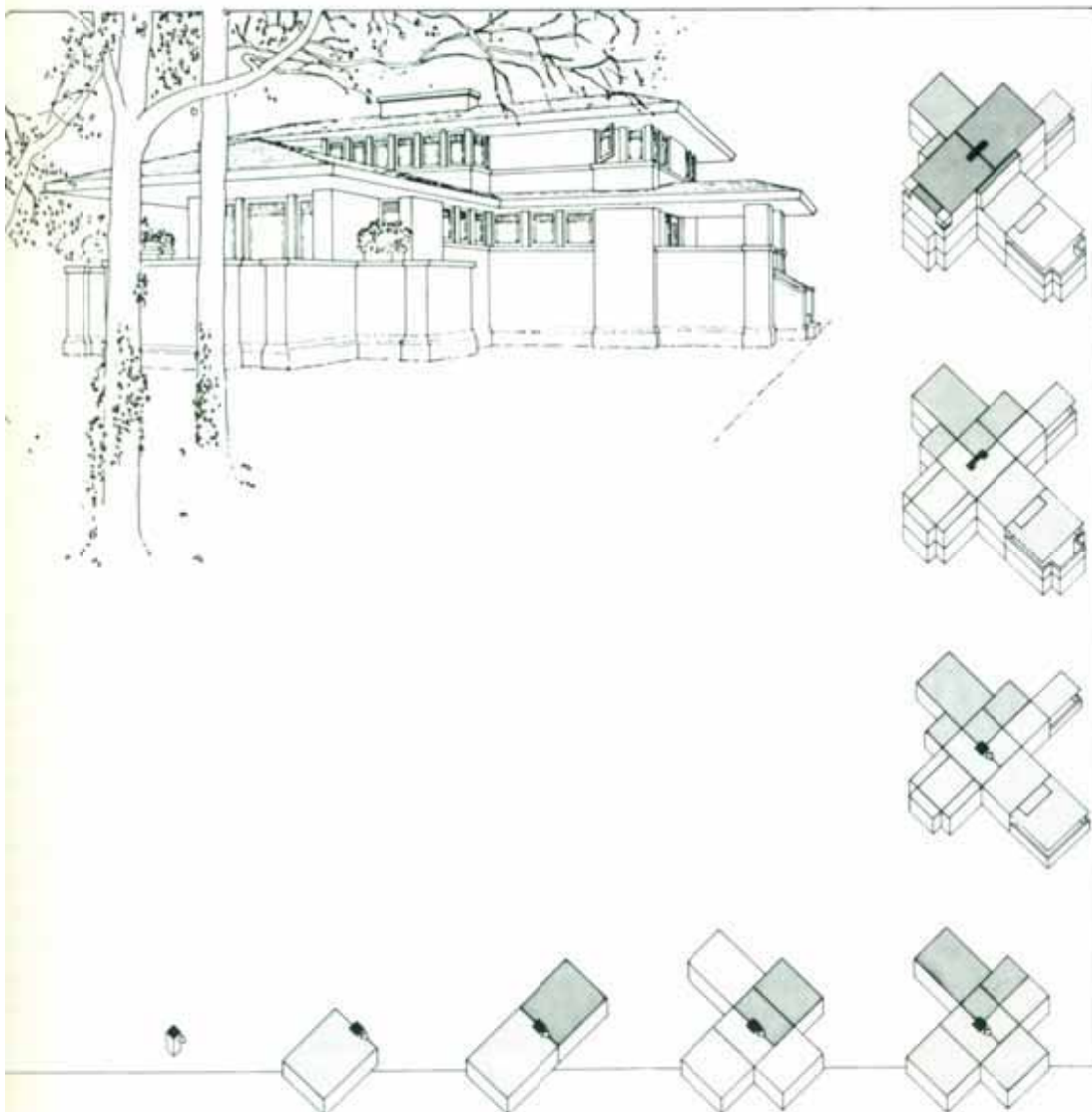


fig. 40. Casa Stiny, un nuevo diseño, con la *Gramática formal paramétrica* de Wright.

Terry Knight analizó también las casas de Wright, del periodo de la *Pradera* (1899-1909) y su transformación en las *Usonianas* (1932-1959); demostrando que la composición básica del primer período es similar a la del segundo, especialmente en las casas con planta en L (56). Aunque la apariencia externa y la organización espacial de las casas *Usonianas* parece diferente, Knight demostró que su diseño está relacionado con las de la *Pradera*, por medio de un proceso de manipulación formal, basado en 58 reglas (*shape rules*) de composición, que producen 54 modelos diferentes. Esa transformación se logró cambiando, eliminando, incorporando, o modificando las reglas de composición del lenguaje formal inicial; de manera que el número de los

modelos generados puede aumentar significativamente, si se incorporan los modelos *Usonianos* triangulares, lineales, o radiales.

Es sorprendente comprobar que Wright tenía una metodología de trabajo -que no relevó- pero que era similar a la que descubrieron Koenig, Eizenberg, y Knight: *Wright entendía que hacer arquitectura era un acto de construcción, no de creación. El arquitecto no es un 'creador' sino un 'conformador' y sus obras están construidas con materiales específicos, elementos formales y relaciones espaciales, de acuerdo a una disciplina de orden integral (57).*

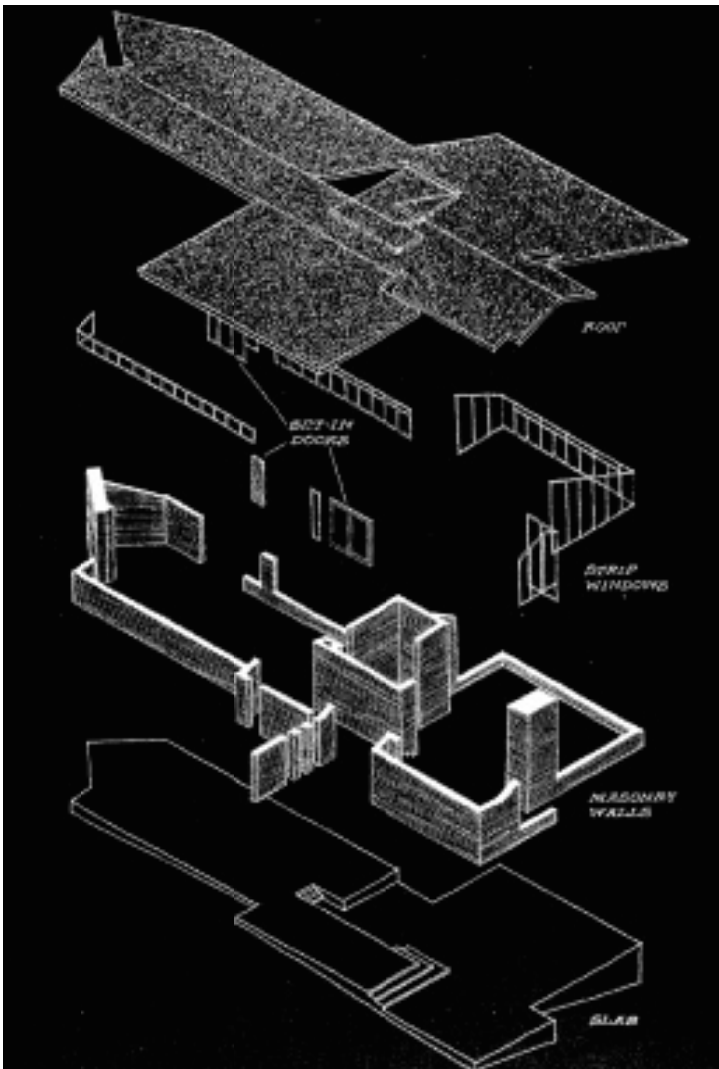


fig. 41. F. Ll. Wright. Elementos arquitectónicos de una casa *Usoniana*.

Posteriormente Stiny publicó un artículo que permite una comprensión más profunda de cómo se originan los *lenguajes* formales de diversos arquitectos, a partir de su análisis de obras de Palladio y de Wright. Con esos *lenguajes* formales creó 4 nuevas villas y 2 nuevas

casas, diseñadas con el *lenguaje* de Palladio y de Wright respectivamente (58).

En la Universidad de Yale esas investigaciones se han continuado para desarrollar de manera más completa el *diseño paradigmático* de Palladio. De acuerdo con las reglas del modelo derivado de 44 casas y villas, se generaron variaciones que incluyen plantas y fachadas. George Hersey realizó también un programa electrónico que permite generar nuevos diseños, con las mismas características de las obras de Palladio (59). Otro adelanto ha sido realizado en el MIT por discípulos de Stiny, que han aplicado la tecnología digital de modelaje en tres dimensiones a la villa *Cornarode* Palladio.

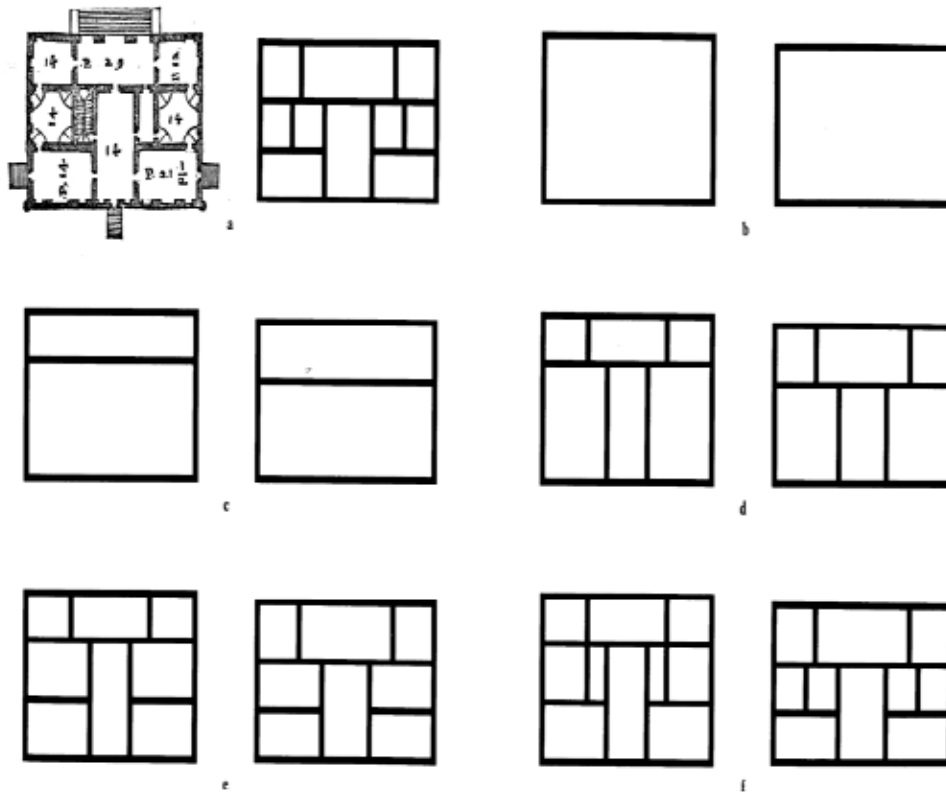


fig. 42. Hersey G. / Freedman R. *Palladio Villa Zeno*, análisis de su estructura formal

Es importante señalar que se pueden aplicar las valiosas aportaciones de Stiny, con buenos resultados y sin las complicadas operaciones matemáticas, para reconstruir el proceso de integración de una obra de arquitectura (60). Ese análisis se ha realizado con la participación de alumnos de arquitectura en la *División Ciencias y Artes*

del Diseño en la UAM-Azcapotzalco, sobre las obras de numerosos arquitectos, que resulta útil para comprender su *método* de trabajo; y específicamente, para entender cómo se conformó el *lenguaje* de un arquitecto y cómo lo integró en sus obras. El análisis *taxonómico* de las obras de arquitectos como Wright, Le Corbusier, Mies van der Rohe -o cualquier otro- permite que, en una tabla de doble entrada (*Condorcet*), se interrelacione el conjunto de las obras, con los elementos arquitectónicos definidos, y se obtengan así centenares de datos que pueden ser cuantificados. Este ejercicio se inició con los *cinco puntos para una nueva arquitectura*, e incorporó otros elementos arquitectónicos menos conocidos de cada arquitecto. Las tablas que se han desarrollado permiten conocer el porcentaje de uso de cada elemento, y el porcentaje de coherencia de las obras analizadas; lo que facilita evaluaciones más objetivas sobre la obra de cualquier arquitecto. Su utilidad práctica es que revela los elementos arquitectónicos característicos, y la frecuencia de su uso en la obra de un autor o de una tipología; para que puedan ser conocidos e incorporados en nuevos proyectos, por medio de un proceso analógico (61). Ese análisis también se puede hacer en edificios con la misma tipología, y permite que estudiantes o profesionistas puedan incorporar elementos arquitectónicos que probablemente no habían usado, para avanzar en la integración de su propio *lenguaje* de diseño (62).

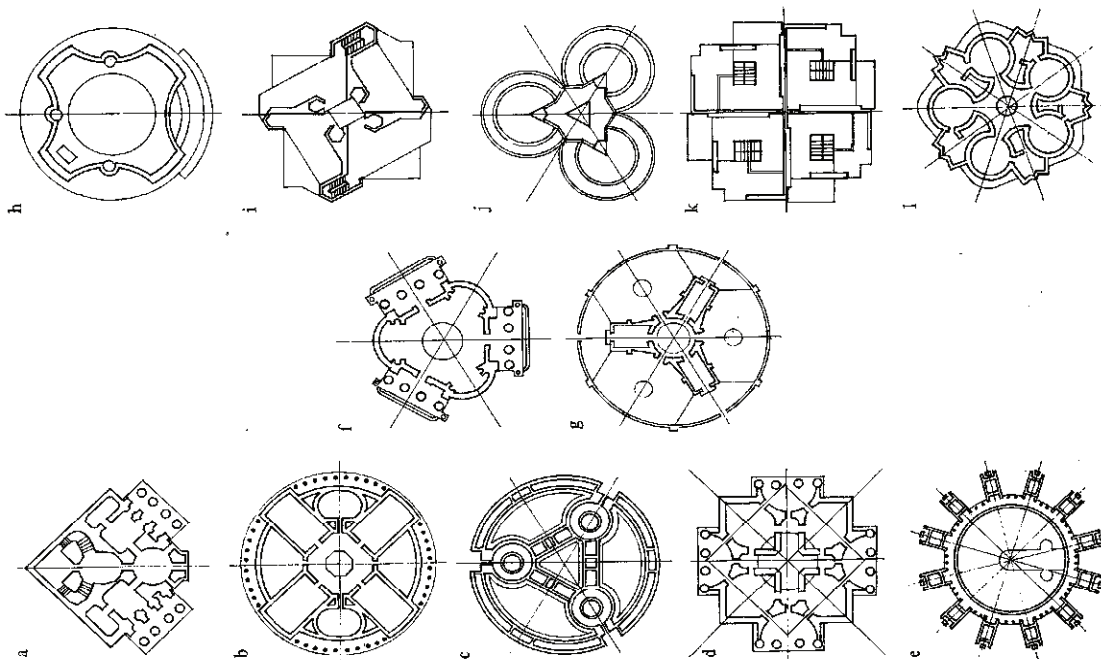


fig. 43. *Plantas de edificios, con diversas simetrías.* Frank Ll. Wright, John Soane, J. N. L. Ledoux



Sorprende que investigaciones tan útiles sean prácticamente desconocidas en muchas escuelas de arquitectura, que podrían continuarlas y aplicarlas en el desarrollo de proyectos. Esta situación señala también el desconocimiento de muchos profesionistas y profesores, sobre avances significativos en su propio campo profesional. Con ese objetivo, un ejemplo valioso es la propuesta desarrollada en la *Graduate School of Design* de la Universidad de Harvard, sobre "Estudios de caso" (*Case studies*) de algunos edificios y conjuntos importantes (63). En este sentido, también son útiles los 998 *Case studies* publicados por la revista *Architectural Record*. Esos análisis señalan un campo de investigación que está aún en sus inicios y que se incrementará en el futuro, por su valor para el desarrollo de cualquier proyecto.

### ***¿Estilos, gramáticas, o lenguajes formales?***

Los estudios sobre semiótica -o semiología- fueron muy populares en la década de los años setenta del siglo pasado, pero su aplicación al análisis de las obras de arquitectura resultó de poco valor práctico. En el análisis de los signos, tanto lingüísticos, como semióticos (signos humanos o de la naturaleza), se consideró a los edificios como signos culturales; y eso determinó que se propusieran analogías entre el lenguaje y la arquitectura, cuya utilidad ha sido sumamente cuestionable.

Sin embargo, una de las obras más valiosas fue la del arquitecto italiano Bruno Zevi, que consideró a la arquitectura como un *lenguaje*. En varios artículos de la revista *Architettura*, ilustrados con magníficos dibujos, aplicó su metodología de análisis (64). Una propuesta más actualizada y muy valiosa como apoyo pedagógico, define 26 principios que pueden aplicarse en el desarrollo de proyectos. La extensa presentación incluye dibujos, planos y fotografías de numerosos edificios construidos, en los que se analizan esos principios (65). El problema principal de estos análisis es que el significado de las obras de arquitectura es difícil de explicar objetivamente, porque es subjetivo. Lo que sí explican es cómo están diseñadas y construidas.

Para evitar la subjetividad en la evaluación de las obras arquitectónicas ha sido fundamental la definición de las *gramáticas formales* -desarrolladas por Stiny- que describen el vocabulario y las reglas de composición que unifican a un grupo de obras arquitectónicas o de diseño; cuyos cambios en el tiempo se explican por las transformaciones de esas gramáticas formales, que producen modificaciones, o nuevos *estilos* en arquitectura, y en muchas actividades del diseño.

Las palabras: *estilo, gramática, lenguaje, sintaxis, o vocabulario*, que se han usado en el análisis de la arquitectura y el arte, se han desarrollado también en lógica, las matemáticas, lingüística y ciencias de la computación. La diferencia fundamental es que las *gramáticas formales* en arquitectura y diseño se expresan en construcciones físicas, a partir de un conjunto -un vocabulario- de elementos y de sus reglas de composición, que pueden ser codificadas y definidas. Este análisis se opone a la concepción de la obra arquitectónica, o de la obra de arte en general, como algo singular, irrepetible e inexplicable. Bajo este criterio sería imposible e inútil cualquier análisis o evaluación de la obra, pues lo singular e irrepetible presupone que no tiene antecedentes, ni explicación posible.

Es evidente la utilidad de estas investigaciones para utilizarlas en la generación de nuevos diseños, pero el problema es que requieren de una sólida preparación en matemáticas para codificar las diversas combinaciones de los *lenguajes* formales estudiados. La aplicación de esta metodología puede ampliarse para analizar las obras de otros arquitectos, pero resulta muy complicada; aun con el auxilio de programas electrónicos. Otra alternativa más apropiada, en arquitectura y diseño, podría definir una *morfología*, que permitiera conocer y explicar la estructura, los elementos y las relaciones que integran un edificio o un artefacto, y que definen su forma y su función.

Aunque hay una amplia bibliografía sobre estos análisis, es aún difícil que se apliquen sistemáticamente tanto en la enseñanza e investigación, como en la práctica profesional. La ventaja es que revelan -por medio dibujos- los elementos, la organización y la integración de diversas obras; especialmente sus características formales (66).

El avance en los análisis de las obras de arquitectos reconocidos, o de tipologías de edificios, revela también que comparten elementos -un vocabulario- que configura un *lenguaje formal* que distingue esas obras, que tienen una estructura formal precisa y definible.

Un análisis interesante es la gráfica que el arquitecto Charles Jencks publicó en 1971, donde mostró la evolución de la arquitectura moderna en 50 años; con sus diversos lenguajes o tipologías (67). Esos análisis muestran que no existe una obra, o un conjunto de obras arquitectónicas, que no impliquen explícita, o implícitamente, un *lenguaje o morfología* que puede ser conocida, analizada y evaluada con objetividad.

Eso se puede comprobar en el conjunto de obras de cualquier arquitecto, o en cualquier tipología; y también es evidente en obras que copian o modifican una obra significativa. Los análisis demuestran que la mayoría de los arquitectos -o diseñadores- utilizan procesos de adaptación o réplica para realizar sus obras.

La ventaja de las propuestas que se han descrito es que hacen

explícito el proceso de diseño de algunos arquitectos y con ese antecedente, es posible mejorar proyectos u obras propias. Su desventaja es que también hace evidente que en arquitectura y diseño las creaciones originales son muy escasas.

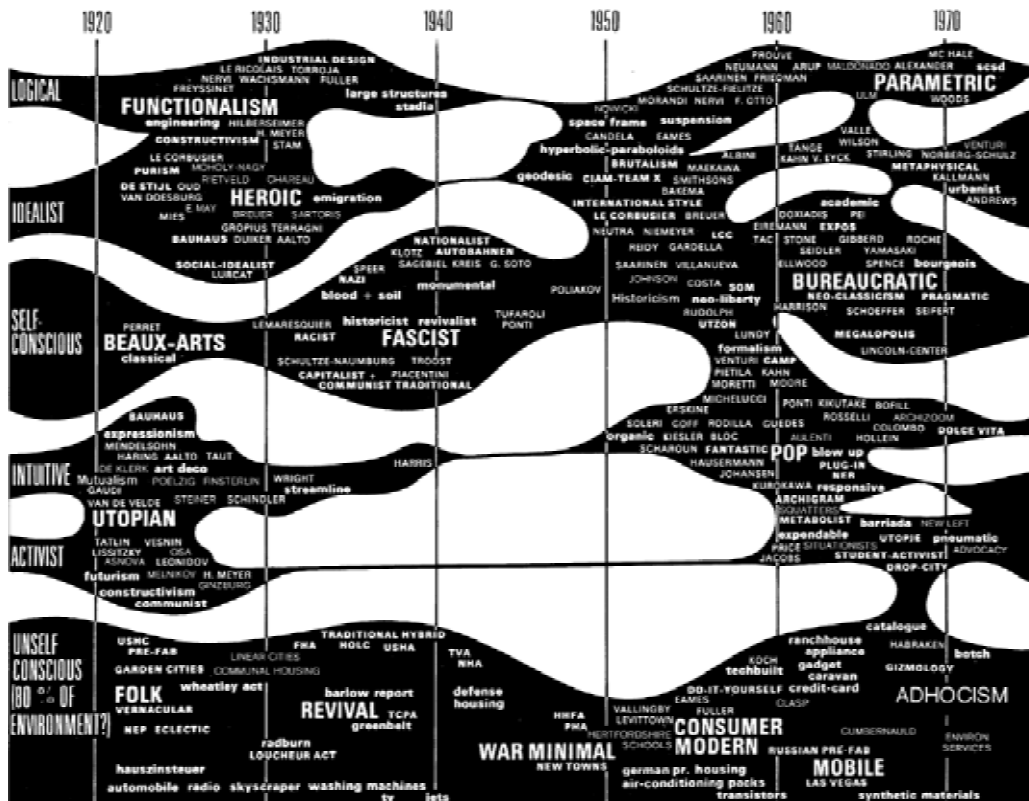


fig. 44. Jencks Ch. *Evolución de la arquitectura de 1920 a 1970*

### ***De-construcción de obras.***

Todos los análisis descritos parten de edificios construidos y hacen una progresiva *de-construcción* de la obra, para saber cómo fue su proceso de integración; que conforma una *morfología* no explícita (68). El proceso inverso -que es el habitual- es diseñar un proyecto a partir del cual se realiza la construcción. Puede comprobarse que esa dinámica, que va de conocer lo construido a imaginar lo que se quiere construir, es la manera más eficiente -y quizá la única- de aprender y de actualizar la práctica en cualquier actividad del diseño.

Se han desarrollado también investigaciones para clasificar, ordenar y establecer una secuencia tanto en la evolución de las obras de un arquitecto o un diseñador, como del conjunto de características que las hacen comprensibles y las identifican. Philip Steadman destacó también las analogías biológicas en su libro sobre la evolución de los diseños (69).

Es importante mencionar que, en todos esos análisis, ha sido fundamental el uso de tecnologías de visualización de la información, que permiten conocer mejor cualquier obra, y preparan para desarrollar adecuadamente cualquier proyecto. El proceso de análisis, o *de-construcción*, puede iniciarse en cualquiera de las etapas del desarrollo de un proyecto, con las variaciones formales propuestas por Chernikhov, o Krier, para acoplar, conjuntar, entrelazar, integrar, penetrar, montar, deformar, dividir, doblar, segmentar, o sobreponer elementos (70).

Cualquier obra reconocida tiene características que la distinguen; por eso, conocerlas y analizarlas es un ejercicio que siempre reporta beneficios para quien lo realiza. Como es muy difícil visitar obras para poder conocerlas adecuadamente, se debe aprovechar la enorme cantidad de publicaciones sobre la obra de arquitectos importantes para tener la información gráfica que permita conocerla mejor; por eso es lamentable la gran cantidad de libros que tienen muchas fotografías y poca información sobre las plantas, cortes, fachadas y detalles, que son indispensables para conocer cualquier edificio. Para ese propósito son valiosas las monografías sobre el conjunto de obras de un arquitecto, y aún más las que se dedican a un solo edificio (71). Ese análisis puede realizarse sobre las obras que abarquen un conjunto y un periodo de tiempo suficiente que permita revelar su manera de integrarlas. También puede hacerse sobre *tipologías*; espacios específicos; elementos arquitectónicos; o cualquiera de las etapas del proceso de diseño.

Un ejemplo del análisis sobre la obra del arquitecto italiano Giuseppe Terragni, es la tesis doctoral de Peter Eisenman -desarrollada en 1963 en la Universidad de Cambridge (72). Otro, sobre el mismo tema, fue realizado en el *Politécnico* de Zurich mediante maquetas virtuales, que permiten *de-construir* obras con el auxilio de programas electrónicos, que constituyen un poderoso medio de visualización (73). Posteriormente Eisenman realizó también una investigación sobre las obras de Aalto, Le Corbusier, Terragni y Wright para definir su propia práctica como arquitecto, estableciendo un lenguaje formal, que parte de la distorsión o deformación del orden geométrico y la progresiva incorporación de espacios, estructura, elementos y circulaciones en sus proyectos (74).

Kenneth Frampton, profesor en la Universidad de Columbia, publicó -en 2015- un útil análisis comparativo de obras de arquitectura que ha sido parte de sus cursos de posgrado, y que permite comprender la estructura formal de esos edificios. Partiendo del análisis de edificios examina su adaptación a la topografía, clima, características del entorno, y la tecnología que se empleó; que conforman la *cultura constructiva*, que es la esencia de la arquitectura (75).

Esos análisis facilitan una metodología para diseñar, que amplía la capacidad de desarrollar proyectos y mejorarlos con la información sobre los antecedentes estudiados; y es una ayuda valiosa para generar nuevos proyectos.

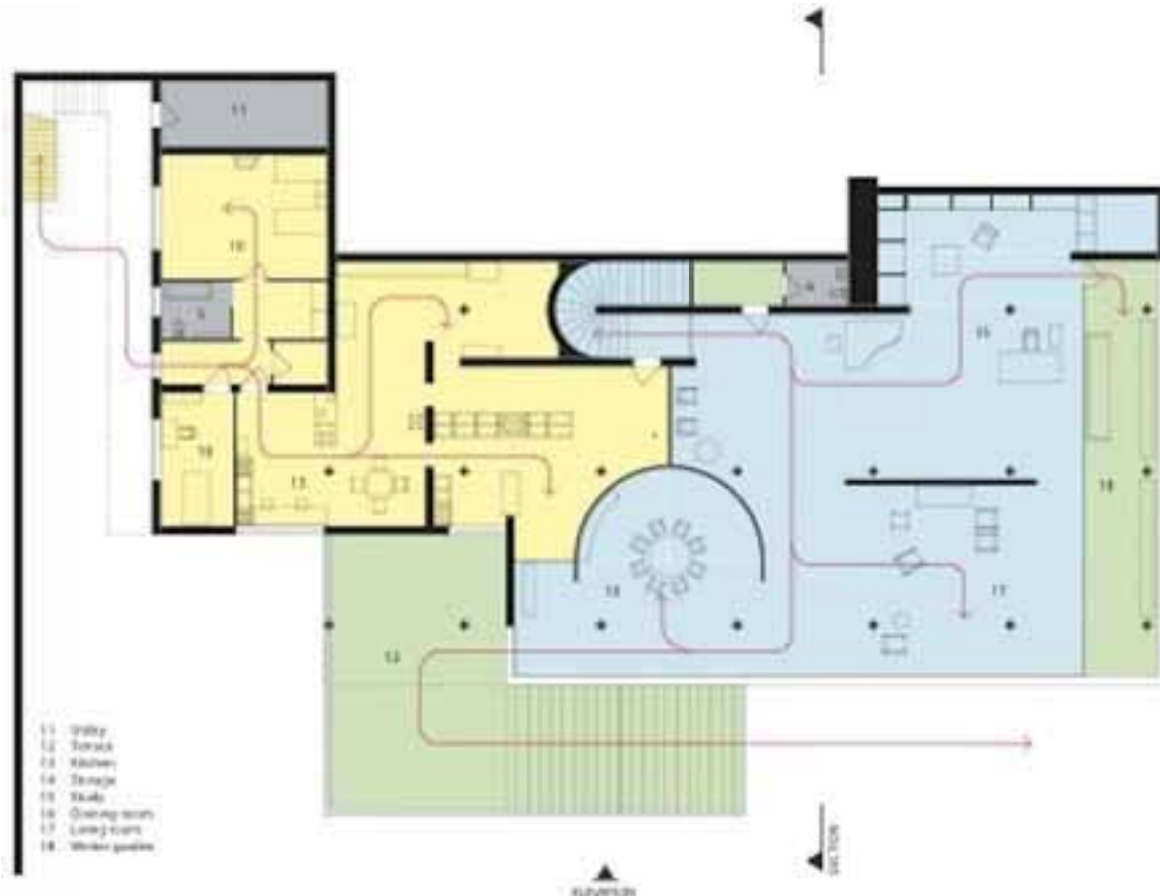


fig. 45.Frampton K. Análisis casa *Tugendhat*. Mies van der Rohe, 1927

Si se conoce el trabajo de arquitectos que han logrado aportaciones significativas con sus obras, se puede comprobar que son producto de un cuidadoso proceso de evolución que les permite mejorar cada edificio; que no es una obra aislada, sino que es parte de una serie. También algunos tienen un reconocimiento por su innovación sobre el diseño, estructura, o recubrimiento de sus edificios, que los han distinguido y que constituye una forma de trabajo que se apoya en un proceso continuo de investigación práctica; como son los casos de Foster, Herzog y de Meuron, Toyo Ito, Piano, o el grupo Sanna.

Se puede comprobar que las principales oficinas de arquitectura realizan esos análisis en su trabajo diario, porque la progresiva complejidad de las obras de arquitectura, desde el final del siglo XIX, ha superado la capacidad de un solo proyectista; ya que el diseño y



ejecución de esas obras requiere de técnicas de planeación, estructurales, y de construcción que sólo es posible realizar con la participación de muchos profesionales.

### ***Tipologías.***

Aunque los análisis tipológicos son una de las maneras más precisas de comprender la estructura y la evolución de cualquier edificio o artefacto, y son de enorme utilidad para cualquier arquitecto o diseñador, resulta sorprendente que ahora no se utilicen regularmente. En este sentido, el avance más importante se generó en Inglaterra e Italia, durante la década de los años sesenta y setenta del siglo XX. Posteriormente, se convirtió en una *moda* en muchas escuelas de arquitectura y urbanismo; aunque ha sido muy útil en el análisis del desarrollo urbano. El primer análisis histórico sobre la evolución de algunas tipologías en arquitectura fue realizado en 1976 por Nikolaus Pevsner (76).

En Italia su uso ha sido muy importante y ha distinguido el trabajo de varias generaciones. Un ejemplo fue el programa didáctico aplicado en la *Facultad de Arquitectura* de Florencia -en 1975: *...basado en la necesidad de tomar conciencia de la crisis de la arquitectura contemporánea y de intentar superarla a través del examen crítico de los procesos de formación y transformación de las tipologías.* (77).

Posteriormente, el arquitecto español Rafael Moneo enfatizó la utilidad de estos análisis aclarando algunas dudas: *¿Qué es un tipo? Simplemente, es un concepto que describe a un grupo de objetos que se caracterizan por la misma estructura formal... que se basa fundamentalmente en la posibilidad de agrupar objetos con ciertas similitudes estructurales inherentes.* Aclaró también la importancia de esos estudios y sus características: *Plantear el concepto de tipología en arquitectura es plantear la naturaleza de la obra arquitectónica misma.* Además, contestó a las críticas que se hacen por la supuesta rigidez que puede producir su aplicación: *Uno de los argumentos frecuentes en contra de la tipología la considera como un mecanismo que niega el cambio y enfatiza una repetición casi automática. Sin embargo, el mismo concepto de tipo implica la idea de cambio, o transformación...* Finalmente enfatizó la relevancia de las investigaciones sobre tipología: *Comprender el concepto de tipo es entender la naturaleza actual del artefacto arquitectónico. Este es un concepto que no se puede evadir. El artefacto arquitectónico no se puede considerar como algo único, aislado, porque está imbricado en el entorno que lo rodea, y en su historia.* (78).

Un ejemplo interesante en la evolución de la tipología de edificios para oficinas -desde finales del siglo XIX a la actualidad- permite



comprender que cualquier nuevo proyecto debería aprovechar esos antecedentes para hacer una innovación, y no sólo una réplica -o copia. Esa evolución muestra también la transformación de los lugares de trabajo.

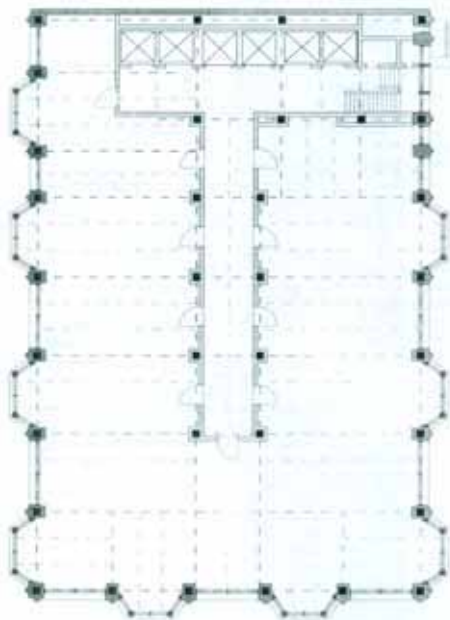


Figure 26: A floor plan of the Fisher Building, showing the central corridor and the small section at the top right, which is highlighted with a cross-hatch pattern.

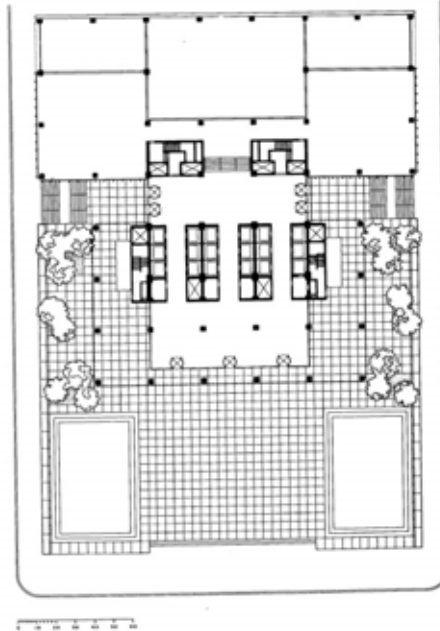


fig. 46. Edificio *Fisher*, Chicago 1896

fig. 47. *Seagram's* Nueva York, 1956

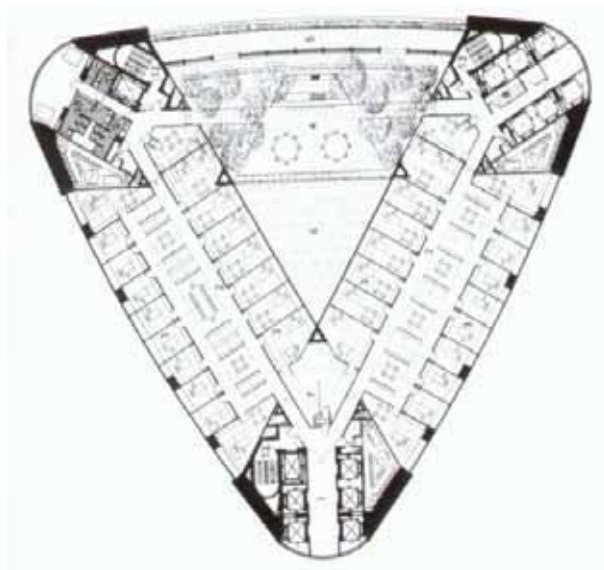


fig. 48. Foster N. Edificio *Commerzbank*, Frankfurt 1977

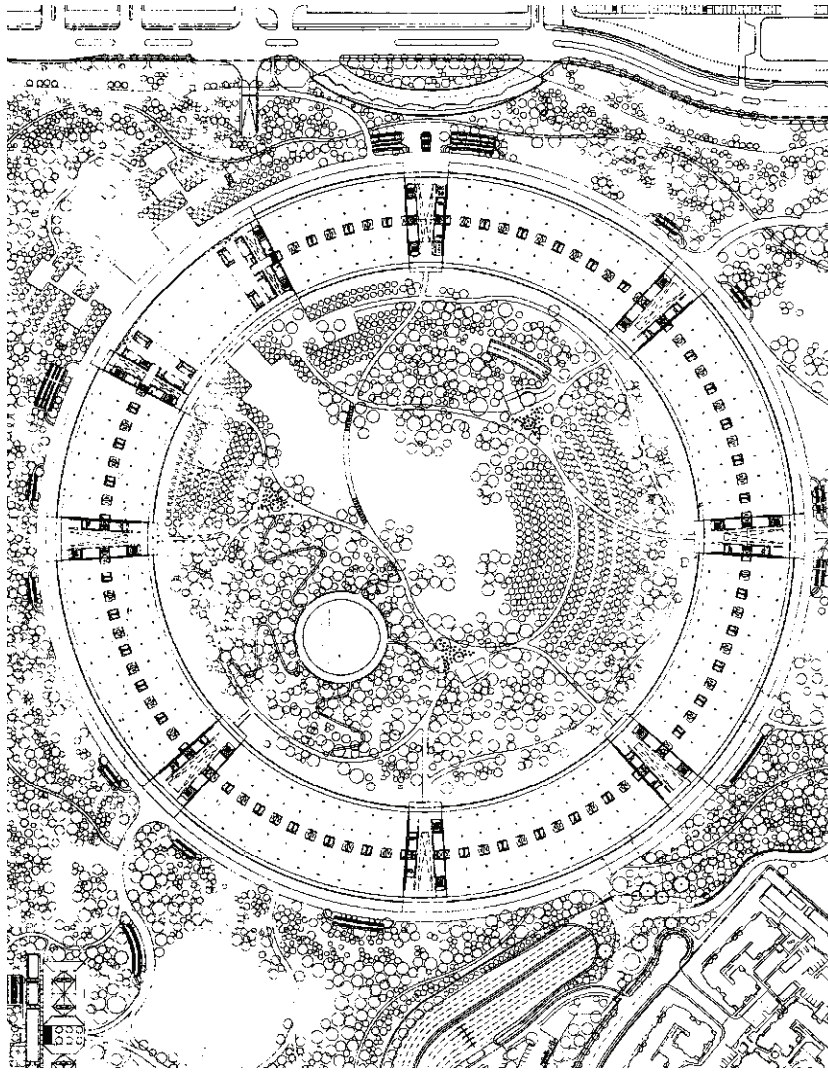


fig. 49. Foster N. Edificio oficinas de *Apple*, California 2017

George Kubler realizó también una importante contribución al sustituir el concepto estático de *estilo*, por el de sucesión de obras en el tiempo, y proponer los conceptos de secuencia formal, y de objetos originales y sus réplicas; que constituyen verdaderas tipologías. Con esto Kubler postuló una forma completamente distinta y original de ver las obras artísticas y los artefactos (79).

Es importante enfatizar que las tipologías son útiles porque representan una fuente muy importante de información sobre las características y evolución de los edificios. Esos análisis pueden hacerse también sobre la estructura, el recubrimiento, las circulaciones, o las plantas de los edificios; como las oficinas *Fisher* en Chicago (1896), el *Seagram* en Nueva York (1956) de Mies van der Rohe, y el *Commerzbank* Frankfurt (1997) de Norman Foster. Quien también desarrolló el banco *HSBC* en Hong Kong (1985), donde incorporó un atrio central- y las de Londres *HSBC*-2002, *SwissRe*-2004 y *Willis*-2008; o los

más recientes en Madrid *Bankia*-2009 y la sede de *Apple* en California (80).

Un valioso estudio sobre 5 tipologías de edificios para habitación fue realizado en la universidad de Cornell, por Roger Sherwood; que ofrece un extenso análisis con ejemplos de numerosos conjuntos de habitación y una selección de obras con dibujos que revelan su estructura formal (81).

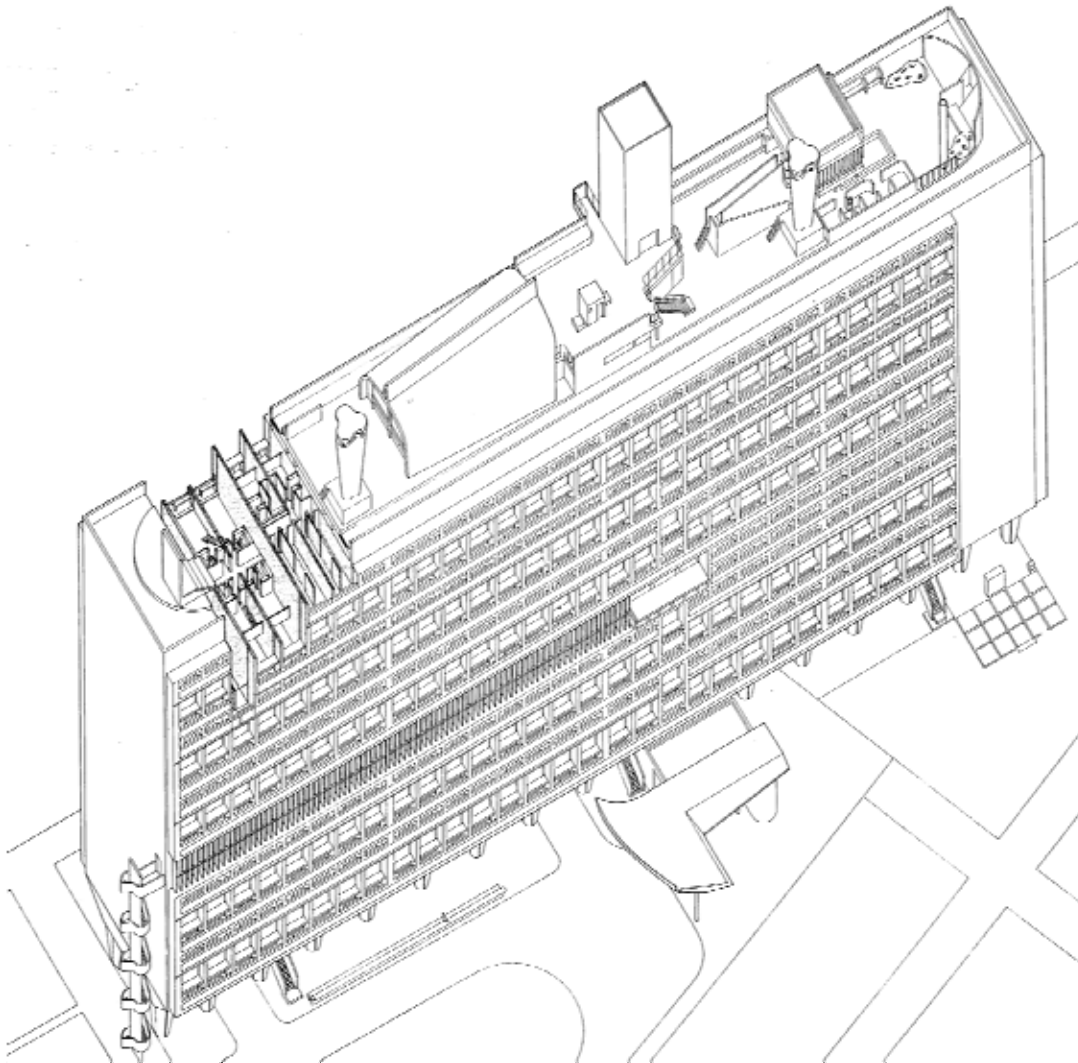


fig. 50. Le Corbusier. *Unidad de Habitación*, Marsella 1952

### ***Series Tipológicas.***

Los ejemplos citados permiten comprobar que muchos arquitectos han realizado obras que forman verdaderas series tipológicas; como las desarrolladas por Le Corbusier en sus *Unidades de Habitación* de Marsella 1947-1952, Nantes-1955, Berlín-1957,

Briey-1963, y Firminy-1965; o su proyecto para un *Museo sin fin* en París-1931, que construyó en Amehabad-1954 y en Tokio-1959 (82).

También Frank Lloyd Wright diseñó series de edificios con estructura central, de la que se proyectan grandes volados; como la torre *Price* en Oklahoma (1956), la *Johnson Wax* en Racine (1950), o su formidable proyecto para la torre *Illinois* en Chicago (1956). Otro ejemplo extraordinario fue la serie tipológica que realizó en sus casas de la *Pradera* (1894-1909), las de *Block textil* (1923), y las *Usonianas* (1932-1958), que forman parte, como se ha investigado, de series con más variaciones de las que él diseñó (83).

Esos análisis pueden hacerse también sobre una tipología específica de edificios, como los aeropuertos realizados por Foster en *Stansted* (1991), *Hong-Kong* (1998), *Beijing* (2008), *Kuwait* (2011), *Jordania* (2012), y el de la *Ciudad de México* (2015); en los que se comprueba la progresiva evolución en su diseño (84). También sobre edificios para el comercio, desde las primeras tiendas departamentales en el siglo XIX, hasta los actuales centros comerciales; o sobre diferentes escalas; desde grandes conjuntos, hasta el diseño de baños y cocinas.

La variedad de esos análisis señala el potencial que implican para la investigación, la práctica, y las enormes posibilidades para utilizarlos en la enseñanza. Esas investigaciones, apoyadas ahora por las tecnologías digitales, revelan la metodología que usan algunos arquitectos para realizar sus proyectos y también explican su éxito.

Ejemplos de esas series tipológicas abundan, como las de Mies van der Rohe, y su diseño de edificios con estructuras de 3x5 módulos, en *Lake Shore* (1951), *Commonwealth* (1956) en Chicago, el *Seagram's* en Nueva York (1958), o *Westmore Square* en Montreal (1968); o los edificios que diseñó con sólo 8 columnas, como el Pabellón de Barcelona (1929), la casa *Farnsworth* (1949), *Crown Hall* en Chicago (1956), *Bacardí* en Cuba (1957), el proyecto del museo *Schäfer* en Schweinfurt (1960), *Home Federal Savings* en Des Moines (1963) y en su último edificio, la *Nueva Galería* en Berlín (1969) que, además, explican la investigación larga y paciente a la que se refería Mies van der Rohe (85).

### ***Elementos arquitectónicos.***

Aunque es útil conocer los elementos arquitectónicos de cualquier obra para comprender la forma de trabajo de su autor; regularmente no se realiza un análisis que permita saber cuáles son, cómo los combinó entre sí, y cómo los integró en las diferentes partes de un edificio. Esa tarea permite que, con esos elementos, se pueda conocer objetivamente cualquier obra, o innovar cualquier proyecto.



LE CORBUSIER		Taxonomía de elementos arquitectónico										ATF			
OBRAS	AÑO	1. Pilotes	2. Ventana corrida	3. Planta libre	4. Fachada libre	5. Plaza / Terraza	6. Doble altura	7. Rampa	8. Jardín en azotea	9. Balcón	10. Pórtico		No. Elementos por obra	Total de elementos en las obras	% de elementos por obra
1. Unité de habitación / Marsella	1947												10		100
2. Edificio Hilanderos / Ahmedaba	1954												10		100
3. Convento / La Tourette	1957												10		100
4. Secretariado / Chandigarh	1958												10		100
5. Casas Citrohan	1920-27												9		90
6. Villa Stein / Garches	1927												9		90
7. Edificio Refugio / París	1929												9		90
8. Centrosogus / Moscú	1929												9		90
9. Palacio de Asambleas / Chandig	1956												9		90
10. Centro de artes visuales / Harva	1961												9		90
11. Embajada de Francia / Brasilia	1964												9		90
12. Pabellón Sprit Nouveau	1925												8		80
13. Casa Cook / París	1926												8		80
14. Villa Savoie	1929												8		80
15. Ministerio de Educación / Brasil	1936												8		80
16. Casa Currutchet / Argentina	1949												8		80
17. Museo / Ahmedabad	1954												8		80
18. Casa de la juventud / Firminy	1956												8		80
19. Museo de arte / Tokio	1957												8		80
20. Museo de arte / Chandigarh	1964												8		80
21. Pabellón exposiciones / Zurich	1964												8		80
22. Palacio de justicia / Chandigarh	1956												7		70
23. Villa Shodan / India	1956												7		70
24. Casa La Roche	1923												6		60
25. Casa de Suiza / París	1930												6		60
Uso de cada elemento en las obras		25	25	24	24	23	22	18	17	17	14		209		
Año promedio de las obras		1942												250	
% de uso de cada elemento en las obras		100	100	96	96	92	88	72	68	68	56				84%

fig. 51. Tabla de elementos arquitectónicos, en 25 obras de Le Corbusier

Encontrar los elementos que caracterizan a edificios similares o análogos a los que se intenta proyectar es fundamental para mejorar la obra de cualquier estudiante o arquitecto; porque les ofrece alternativas para mejorar su trabajo.

Un valioso análisis sobre la obra de Le Corbusier fue realizado por el arquitecto Charles Jencks, que reveló el “*método*” que usaba para realizar sus proyectos: *Le Corbusier concibió un nuevo lenguaje que se generaba directamente por el cambio de la tecnología. Sus cinco puntos para una nueva arquitectura –son elementos que eran el resultado natural del uso del concreto reforzado... esas nuevas “palabras” que Le Corbusier definió a lo largo de su vida fueron importantes no sólo para él, también para otros. Además, Jencks precisó: ... hubo más que esos cinco neologismos; de los que he encontrado más de cincuenta, que Le Corbusier presentó menos sistemáticamente* (86). Sorprende que Jencks no desarrollara su certera observación para realizar un análisis más completo. En la División de CyAD de Azcapotzalco se han desarrollado tablas de los elementos arquitectónicos más significativos en la obra de varios arquitectos, que permiten que los alumnos los conozcan de manera clara y objetiva, y puedan aplicarlos en nuevos proyectos (87).

### **Otros avances en la enseñanza.**

El análisis sobre la enseñanza de la arquitectura en México tiene valiosos antecedentes (88). En su estancia en México -de 1938 a 1948- Hannes Meyer, cuando fue director del *Instituto Superior de Planificación Urbana* en el Instituto Politécnico Nacional, desarrolló proyectos en contextos y situaciones reales dentro de la ciudad. La metodología de trabajo del *Instituto* fue impulsada por Meyer, como lo había hecho antes en la *Bauhaus*, para que los estudios y proyectos fueran desarrollados por profesores y alumnos, y remunerados para que los ingresos se canalizaran a gastos del *Instituto* y al pago a los profesores y alumnos por su participación. Desafortunadamente ese *Instituto* -el primero en América Latina- ya sin el apoyo del gobierno federal, fue cerrado en 1941. Lamentablemente esa valiosa experiencia académica es prácticamente desconocida (89).

Una de las propuestas más recientes y completas es la del arquitecto Millán López quien, basado en su experiencia en el sector público y financiero, realizó un extenso diagnóstico de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODAS) de la profesión de arquitectura en México (90). Estudió también la oferta en los niveles de licenciatura y posgrado, destacando que para 2011 la matrícula en licenciatura fue de 77,748 alumnos, de los que se titularon 5,330 (91). Reveló que hay 325 escuelas de arquitectura, que el 55% son públicas, y que el 53% del total de estudiantes se concentra en seis grandes



metrópolis, aunque hay escuelas en cada estado del país. Eso revela una gran concentración, que contrasta con la dispersión de las escuelas en el país. Su análisis sobre las especializaciones, maestrías y doctorados enfatiza que -en 2010- sólo había 240 arquitectos por doctorarse, de los cuales 145 se concentraban en la ciudad de México (92).

En la parte más interesante del estudio analizó 23 “mapas” curriculares –o planes de estudios- de distintas escuelas, donde se muestran las diversas opciones que se ofrecen en el nivel de licenciatura, y se agrupan en dos grupos: *las que han tratado de lograr especialidades desde el nivel de licenciatura, y las que han abierto demasiados temas... en el afán de abarcar más campo y mercado* (93). En la demanda de los servicios y actividades de los arquitectos muestra, y menciona que hay 165 mil arquitectos en el país, de los que 37% se dedican a la construcción; el 22% a servicios profesionales; y el 12% trabaja en oficinas de gobierno. Realizó también una prospectiva que muestra que: *...la sobreoferta de este gremio se empataría con el índice de desempleo de la economía general del país hasta el año 2015... y que se puede afirmar que de no hacer nada y seguir la tendencia, el deterioro de la agrupación seguirá su rumbo a la deriva, por lo que los resultados seguirán siendo de desocupación mucho más alta que el índice general.*

En el capítulo final presenta propuestas normativas y de capacitación, y en las conclusiones enfatiza que: *los contenidos académicos no tienen las herramientas necesarias para el mercado profesional actual; que el gremio está en una indefinición con respecto a cómo se encuentra y hacia dónde va y que, su desatención causa un desgaste, una desconexión y deterioro de la actividad y su posicionamiento con respecto a las demás profesiones* (94).

Otra propuesta reciente, del arquitecto Francisco Mangado, analiza las experiencias en la enseñanza de la arquitectura en Europa y formula ocho objetivos para una nueva Escuela en Madrid, que ofrece tres licenciaturas con contenidos interdisciplinarios: *Arquitectura, diseño de paisaje y arte; Arquitectura, construcción e industria; y Arquitectura, economía y desarrollo*(95).

Investigaciones similares se desarrollaron en la Universidad Autónoma Metropolitana, y en la Universidad Anáhuac, donde se aplicó la propuesta del arquitecto Aguirre Osete en los planes de estudio de la escuela de arquitectura (96). Con su investigación se modificó la estructura curricular, a partir de la definición de términos y objetivos, y del estudio comparativo de 82 planes de estudio -desde 1847 a 1988- que incluye el de la Academia San Carlos (1847), el de la UAM (1974) y el de la Facultad de Arquitectura, de la UNAM (1981). Aunque la

propuesta es muy completa y fundamentada, conviene señalar algunas limitaciones en sus alcances:

La primera es que conservó la estructura tradicional de una escuela de arquitectura- La segunda es que parte de una definición incompleta de la arquitectura, en la que quedan fuera aspectos fundamentales como su relación con el medio ambiente y su eficiencia que -sorprendentemente- sí se incluyen en los objetivos académicos. Otra limitación es en el área técnica, en la que se repiten los contenidos tradicionales de cálculo, estática, resistencia de materiales y estructuras de madera, acero y concreto armado; sin que conformen un sistema. No se distingue así la diferencia fundamental entre *diseñar* estructuras, y *calcularlas*; que es un error que aún repiten muchas escuelas. El *Taller de Proyectos* (Campo de la Integración arquitectónica) repite también el esquema de los 82 planes analizados, y es el único contenido que semantiene en todas las etapas de la formación.

La propuesta considera al *Taller de proyectos* como la actividad básica de la profesión, sin embargo, desde hace 134 años -de 1847 a 1981- ese criterio no ha variado. Aunque las condiciones de las sociedades del siglo XIX y del XXI han cambiado considerablemente, esas transformaciones no se incorporan para actualizar la enseñanza de la arquitectura, relacionándola con la práctica.

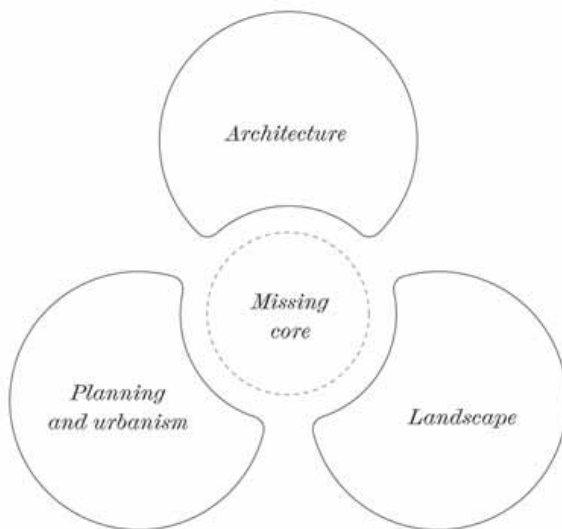


fig. 52. Diseño: es el centro que integra diversas actividades: arquitectura, urbanismo y paisaje. TheArchitecturalReview, sept. 2012

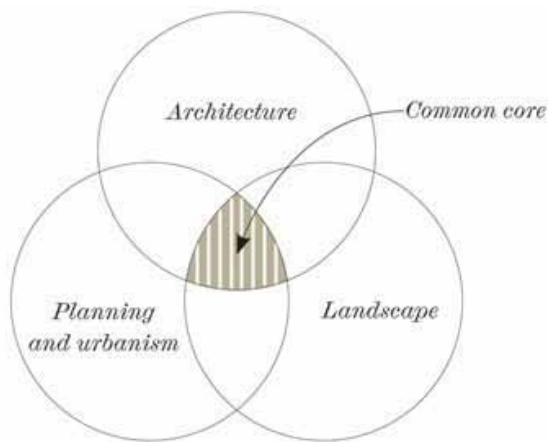


fig. 53. El diseño -el centro común- incluye también esas 3 actividades.

Con el fin de promover en las escuelas la mejora de sus sistemas académicos y su acreditación, la *Asociación de Instituciones de Enseñanza de la Arquitectura de la República Mexicana A.C. ASINEA*, que funciona desde 1964, recientemente publicó un estudio sobre la situación de las escuelas de arquitectura (97). Algunas alternativas para mejorar la enseñanza se incluyeron en las conclusiones de mi tesis de Maestría (98). Es importante también la evaluación sobre la educación en las escuelas de diseño en México que realizó Antonio Rivera sobre 24 informes a los que aplicaron 214 indicadores del *Consejo Mexicano para la Acreditación de Programas de Diseño-COMAPROD*- en donde enfatiza que no puede haber calidad educativa, sin la participación y el trabajo colectivo de los profesores (99).

### ***Revolución en la enseñanza del diseño.***

Una verdadera revolución se generó al fundarse, en la ciudad de México, la *Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)*; que se inició en 1974 y sigue siendo muy importante. Como la estructura de las universidades en México está basada en la tradicional división en escuelas o facultades, como es el caso de las escuelas de arquitectura, en esa nueva universidad se propuso una nueva estructura académica; porque en lugar del sistema tradicional de organización en escuelas y facultades, se crearon Divisiones por áreas de conocimiento.

La UAM fue así la primera universidad en Latinoamérica que formuló ese modelo educativo, que después ha sido adoptado por otras instituciones. La estructura de las Divisiones no se hizo por carreras profesionales, sino por departamentos académicos; y las carreras surgieron mediante la interrelación de los departamentos de cada División, lo que además permite la interdisciplinariedad en futuras especializaciones o posgrados; además, los profesores fueron contratados para realizar también investigación, una modalidad que era

inédita en México. La intención era -y es- que la enseñanza se relacione con las características y problemas del país, e incorpore los avances de las investigaciones en cada campo de conocimiento, para hacer que el profesor y los alumnos compartan información actualizada en sus áreas de trabajo.

La *División de Ciencias y Artes para el Diseño (CyAD)*, en la Unidad Azcapotzalco, representó también una revolución para las estructuras vigentes, tanto de las escuelas de arquitectura, como de las de diseño. En la División de CyAD se definió al *diseño*, no sólo como la actividad del diseñador, sino como un proceso por medio del cual una idea, estructura, objeto, proceso, o situación, es elaborado, desarrollado, realizado, o modificado, tomando así una forma y una función específicas, para cumplir un propósito útil y socialmente relevante. Además, entre las actividades del diseño se integraron las de arquitectura, comunicación gráfica y diseño industrial; no como carreras aisladas, sino con una estructura académica que las integra. Antes ya se había señalado que sería necesaria la creación de una nueva universidad para poder integrar una propuesta académica en la enseñanza del diseño; tal como sucedió en México: *El nacimiento de una nueva forma de pensamiento en el diseño siempre va acompañado de la generación de nuevas instituciones para apoyarla* (100). En la División de CyAD se definió un *Modelo general para el proceso de diseño* y una metodología didáctica que permitió estructurar los contenidos y cartas temáticas, en las tres licenciaturas iniciales (101).

La siguiente etapa de consolidación del trabajo de la División de CyAD fue en 1994, cuando se iniciaron los cursos de especialización, maestría y doctorado que, después de veinte años de actividades tienen ya un prestigio importante en Latinoamérica. Las investigaciones y propuestas que se han realizado en diseño bioclimático, del paisaje, estudios urbanos, visualización de la información, desarrollo de productos y rehabilitación del patrimonio construido, señalan tanto nuevas alternativas para la práctica del diseño, como proyectos específicos de colaboración interdisciplinaria con otras profesiones. Esa experiencia permite que se actualicen y mejoren los planes y programas del nivel de licenciatura, cuyo objetivo es la formación básica del alumno.

La evolución futura en la División de CyAD será que la investigación, realizada y dirigida por profesores con posgrado y con experiencia práctica, sea incorporada en los programas de licenciatura, con objetivos acordados y definidos previamente, para que todos los alumnos participen. En este aspecto es significativo que en universidades muy prestigiadas ahora se de mayor importancia al programa de especializaciones y posgrados, que al del nivel de licenciaturas (102).

A cuarenta años de su inicio, se puede enfatizar que la “intuición”

inicial para crear una nueva institución educativa que integrara las diversas actividades del diseño en una División académica, se ha consolidado ya en las Unidades Azcapotzalco, Cuajimalpa y Xochimilco, que tienen un amplio campo de actividad en el futuro de nuestro país.

La Universidad Autónoma Metropolitana, al reunir diversos campos del diseño es -de hecho- la única en México que lo ha reconocido como actividad integrada, desde el nivel de licenciatura, hasta el de doctorado; y sus 13 programas de investigación actualizan y amplían diversas actividades del diseño -incluida la arquitectura. Algunas aportaciones valiosas en este sentido se han realizado también en otras universidades, como la de San Luis Potosí.

### ***¿Es posible actualizar la enseñanza?***

Aunque es evidente que los arquitectos aplican sus habilidades creativas para diseñar edificios, la pregunta obvia es: ¿Por qué no las han aplicado para actualizar y mejorar los contenidos académicos?

Con los ejemplos antes mostrados es evidente que se ha avanzado en el desarrollo de metodologías para analizar y desarrollar proyectos y obras de arquitectura; sin embargo, es evidente que -salvo casos aislados- no se conocen o no se utilizan para mejorar la práctica académica. Una posible explicación es que muchas escuelas no han intentado relacionar la práctica de la arquitectura en su entorno académico, o que simulan la práctica, sin tomar en cuenta toda la complejidad de sus distintas actividades. Como es evidente que no se ha logrado relacionar la enseñanza con la práctica, quizá lo que se requiere ahora es que la práctica se relacione con la enseñanza, para actualizar a las dos.

Recientemente se publicó un resumen de algunas propuestas para aliviar la crisis en la enseñanza de la arquitectura en México: *La educación arquitectónica en México vive un momento de crisis. Los profesores están poco capacitados, los planes de estudios no atienden las problemáticas del presente y los alumnos no están dispuestos a cambiar el rumbo. Navegamos con una brújula averiada, aun sabiendo del rezago de la profesión* (103). Es significativa la coincidencia de estas observaciones con las de los *Reportes Burton* (1994), Boyer (1996) y con las recomendaciones de Dana Cuff (1996), ya analizadas. Parecería que aún no se conocen esas investigaciones o -lo que es peor- que después de 20 años nada ha cambiado, y se siga reiterando que la profesión está en crisis y que son necesarios cambios importantes, que no se realizan: *...las universidades se guían por el conocimiento reciclado de lo que en algún momento se proyectó como el deber ser de la enseñanza de la disciplina, sin reconocer la manera en que ha cambiado, tanto el papel del arquitecto, como su formación profesional. El arquitecto es solamente uno entre varios o muchos agentes del*

*proceso de producción del espacio... y nos interesa una definición de "amplio espectro" que incluya todas las facetas conocidas del quehacer arquitectónico. En ese análisis se enfatiza que: Las escuelas de arquitectura se mantienen ajenas a las problemáticas laborales actuales. Los planes de estudio son diametralmente opuestos respecto de sus temáticas, áreas de especialización, duración y carga académica. La enseñanza de la arquitectura ha derivado en la del diseño en abstracto. También se menciona la grave endogamia en las escuelas: El mercado ha cambiado, y con él los modelos de negocio, así como los perfiles y las aptitudes de los titulados. Pero pocos profesores ejercen la carrera y, por lo tanto, no están capacitados para enseñar a sus alumnos a insertarse en un negocio tan demandante. Finalmente, se hace una pregunta y se invita a una reflexión: ¿qué significa una escuela en arquitectura, cuáles de las escuelas que conocemos tienen un proyecto realmente vanguardista? O, por lo menos, un proyecto. La enseñanza arquitectónica pende sobre hilos de una autoría colectiva insuficiente (104).*

Con esos señalamientos puede comprobarse que la situación de las escuelas de la arquitectura en México es grave por muchos motivos; y quizá el principal es que la mayoría permanece en una confortable inercia. Además, muchas no están certificadas, ni cuentan con las instalaciones, ni el profesorado adecuado; y tienen un exceso de alumnos, a los que no se les ofrecen alternativas de especialización. La situación se agrava aún más, porque repiten objetivos y contenidos que no se relacionan con los problemas y la realidad del país.

Como se ha expuesto, a pesar de que se han desarrolladometodologías, propuestas y alternativas desde hace años, no se ha logrado en muchos países -salvo notables excepciones- que la enseñanza de la arquitectura se actualice. El tema es tan importante que recientemente la revista inglesa *ArchitecturalReview* dedicó varios artículos al análisis de la problemática de las escuelas de arquitectura en Inglaterra, que presentó un panorama sombrío sobre la situación de la enseñanza y sus problemas actualesmuy similar al de México: *De manera gradual las escuelas de arquitectura han perdido la dirección; permanecen mudas y, ante las enormes dificultades del contexto global, han escogido un formalismo cerrado e indescifrable que promueve un lenguaje oculto; un lenguaje privado que no es un lenguaje; es una actitud que considera a la arquitectura como un juego poético de auto-referencias, que arriesga dejar a la vida fuera de su interés. Si la enseñanza no tienen relevancia social, tampoco beneficia a la comunidad. Desear un arte aislado, sin una determinación social, es desear el inmovilismo y la extinción (105).*

### **Diseño de estructuras.**



Un aspecto que desafortunadamente no recibe la atención que merece en la enseñanza de arquitectura es el diseño de estructuras. Como la estructura debe ser parte integral de cualquier edificio, y no un añadido; el análisis y el diseño de estructuras -que en muchas escuelas se confunde con el cálculo estructural realizado por ingenieros- debería ser parte de la formación básica de cualquier arquitecto (106). Sin embargo, resulta absurdo que en muchas escuelas se den cursos de cálculo estructural, sin que antes se enseñe a analizar y diseñar estructuras. En este sentido, la obra de algunos arquitectos es ejemplo extraordinario de la investigación aplicada.

El caso de Antonio Gaudí es notable, porque durante mucho tiempo se ha ignorado su contribución en el diseño de estructuras utilizando arcos catenarios, bóvedas convexas e hiperbólicas, conoides, paraboloides y superficies regladas, que integró en sus obras: *Gaudí fue capaz de desarrollar la creatividad tridimensional combinando al mismo tiempo cuatro elementos clave: una extraordinaria inteligencia espacial, una contemplación profunda de la realidad, una investigación sobre modelos tangibles, y una visión pragmática de las posibilidades constructivas, estructurales y compositivas* (107).

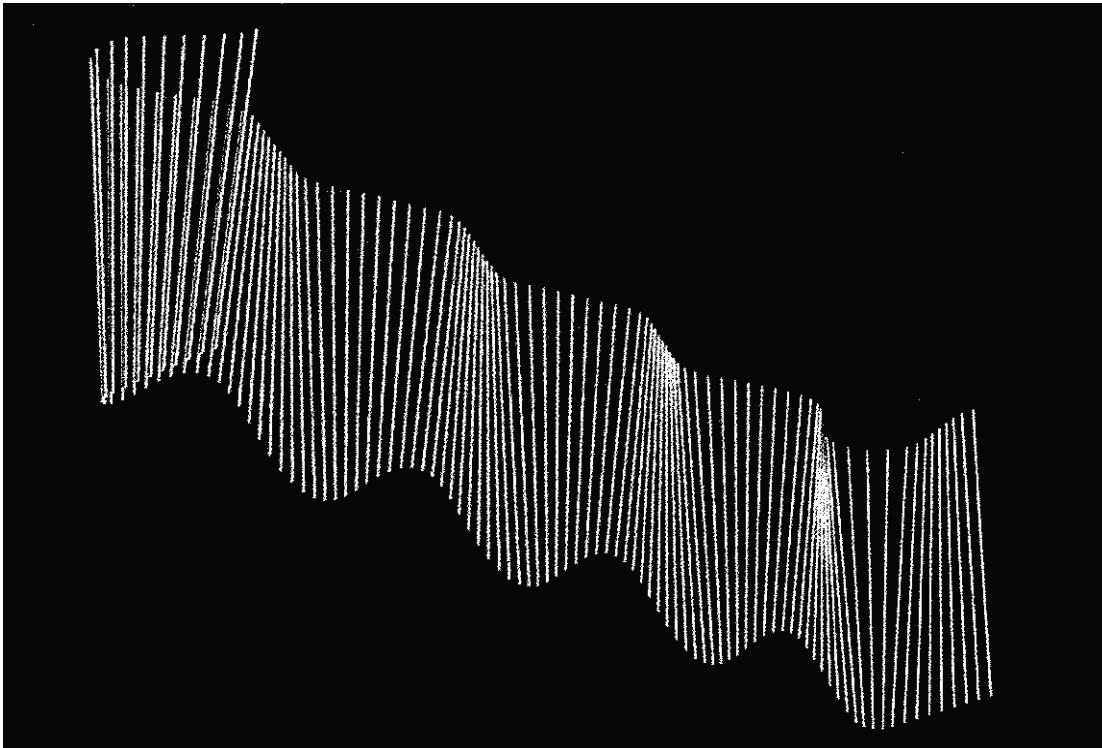


fig. 54. Gaudí A. *Muro ondulado*, talleres en la Sagrada Familia

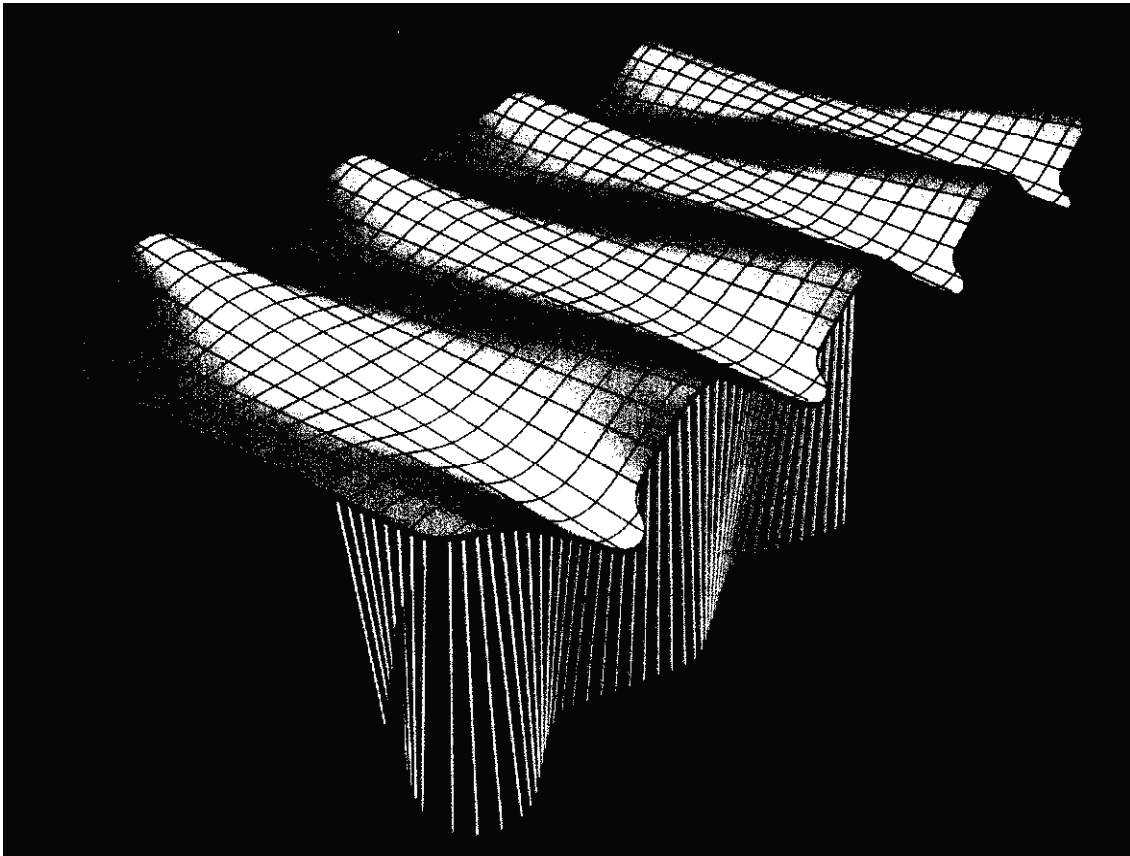


fig. 55. Gaudí A. *Cubierta reglada*, talleres de la Sagrada Familia

Un ejemplo sorprendente de la utilidad del análisis de estructuras es la reflexión del arquitecto Félix Candela en 1954: *Nos vemos obligados a hacer una afirmación un tanto brutal, pero que conviene decir de una vez por todas. El concreto armado no está hecho para trabajar a flexión en secciones de gran masa, concretamente en secciones rectangulares, a pesar de ser ésta la manera habitual de utilizarlo... De ahí resulta el hecho absurdo de que, probablemente las tres cuartas partes o quizá más, del material que se utiliza en una estructura es perfectamente inútil y superfluo y, en definitiva, perjudicial para la estabilidad de la misma... Únicamente la inercia mental, o la rutina, justifica que se aplique ese criterio al concreto... Parece pues, por muchos motivos, que ha llegado el momento de plantearse seriamente el problema de encontrar formas estructurales adecuadas para el concreto armado* (108).

Para resolver el problema que planteó, Candela diseñó obras de fueron ejemplos extraordinarios de investigación aplicada; porque diseñó y construyó estructuras en las que el concreto armado trabaja con el mínimo de material, para lograr la máxima eficiencia constructiva. Desde 1952, con el Pabellón de rayos cósmicos de la UNAM, Candela realizó una serie de cubiertas, cuando no existían herramientas

adecuadas, ni programas electrónicos para el cálculo que validaran sus obras, que fueron reconocidas internacionalmente. Además, señaló claramente el reto para que los arquitectos diseñaran sus estructuras: *...el desarrollo de formas estructurales lógicas será consecuencia del cultivo solícito de un campo casi virgen, equidistante de dos profesiones (arquitectura e ingeniería) que pueden tener interés en el problema. Está por verse cuál de las dos se decidirá primero a ocuparse. Para una de ellas, al menos, la decisión puede ser de vital importancia.* En otro artículo sobre la influencia de la tecnología en la creatividad arquitectónica, Candela mencionó: *...la arquitectura y la construcción en general, son actividades que tradicionalmente se han resistido a la innovación tecnológica y la industrialización* (109). Por el avance que representó en el diseño arquitectónico y en la tecnología de la construcción, es importante valorar la extraordinaria aportación de Félix Candela.

Posteriormente, el ingeniero Heino Engel -en la escuela de arquitectura de la Universidad de Minnesota- realizó una clasificación de los sistemas estructurales que, por medio de centenares de dibujos y diagramas, facilita -sin emplear procedimientos matemáticos- que se pueda comprender y diseñar una gran variedad de soluciones estructurales, conforme a su forma, sección, superficie o tamaño (110). Engel enfatizó que no son necesarios los cálculos matemáticos en el diseño de alternativas estructurales; aunque aclaró que sí son útiles para comprender los conceptos básicos de las estructuras y sus condiciones mecánicas; como el equilibrio, resistencia, torsiones, o momentos de inercia. Aclaró también que solamente después de que se diseñó la estructura se debe realizar el análisis matemático para verificarla y optimizarla; especificando y dimensionando sus componentes. Agregó, además, que en la etapa de diseño de la estructura, tanto la escala como los materiales no son importantes, ya que sólo después de tener definida una alternativa se deben especificar, de acuerdo a criterios que garanticen su economía, eficiencia y seguridad.

En la División de CyAD de Azcapotzalco se ha realizado desde hace años una investigación continua en el *Taller de Estructuras* que ha sido reconocida por la calidad de su trabajo. Aunque es evidente el valor didáctico y la utilidad de estas investigaciones para facilitar el diseño de estructuras, sorprende que en muchas escuelas de arquitectura -a nivel de licenciatura- en lugar de promover el desarrollo de la capacidad para diseñarlas se siguen impartiendo cursos de cálculo estructural que, en todo caso, deberían de impartirse en nivel de posgrado.

Clasificación de los sistemas de estructuras en la edificación



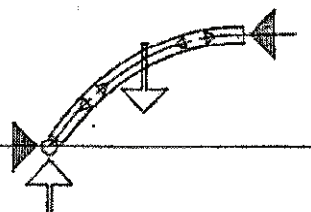

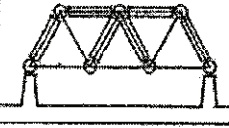
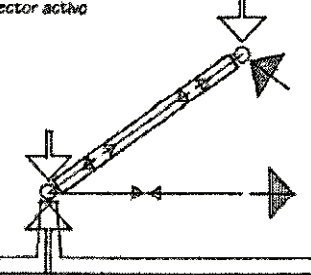
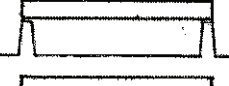

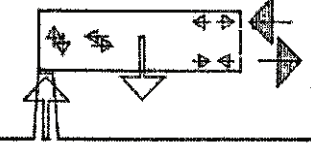

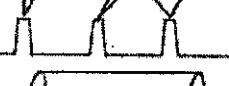
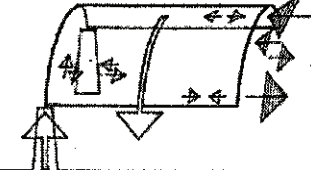

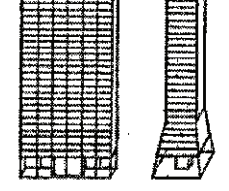
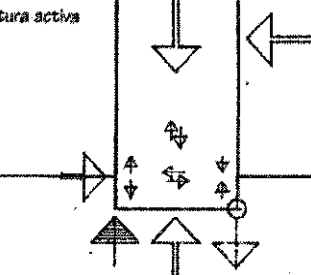
Criterio		Prototipo	Fuerzas	Característica	Mecánica de la transmisión de cargas
1	FORMA		compresión o tracción	líneas de apoyo  catenaria  círculo	forma activa
					
2	VECTOR		compresión y tracción	triangulación	vector activo
			compresión		
3	SECCIÓN TRANSVERSAL		flexión fuerzas cortantes	perfil seccional	sección activa
					
4	SUPERFICIE		fuerzas de membrana	forma bidimensional	superficie activa
					
5	ALTURA		(condiciones complejas)	transmisión de las cargas al suelo	altura activa
					

fig. 56. Engel H. Clasificación de los Sistemas de estructuras

Otra valiosa investigación fue realizada en la Universidad de Princeton, por Robert Mack, sobre la tecnología constructiva empleada en edificios históricos. Con maquetas y dibujos electrónicos, realizó un análisis de edificios -desde el siglo I hasta el XX- que permite comprender la importancia de la integración entre arquitectura y estructura en los grandes edificios históricos y su relevancia para el diseño actual (111).

### ***El dibujo y su evolución.***

Por su importancia en la práctica diaria de arquitectos y diseñadores, es necesario enfatizar que el dibujo manual ha sido, desde hace 35,000 años, la manera más rápida y fácil de transmitir ideas o información. Esa habilidad, que es básica para cualquiera, ha sido seriamente cuestionada por la profunda transformación que se ha producido en el desarrollo de los proyectos de arquitectura y diseño.

Cualquiera que vea los dibujos de las cuevas de Altamira, de Lascaux, o de Baja California, se puede dar cuenta de la extraordinaria capacidad de esos hombres pre-históricos de interpretar la realidad; y transmitir su peculiar manera de verla. Desde la prehistoria, el dibujo manual ha sido parte fundamental para desarrollar cualquier diseño; que significa también *dibujo*. Las ideas, bocetos, o dibujos de grandes arquitectos, escultores, pintores, o de cualquier artesano, se expresan y son conocidas por medio del dibujo manual. Ese proceso abarca desde los conceptos o ideas iniciales, hasta los detalles del edificio, de la escultura, de la pintura o del artefacto que se construye. En ese sentido el dibujo manual no ha sido sustituido aún por las computadoras. Porque aún es más rápido, fácil y eficiente dibujar con la mano, que intentar hacer lo mismo con la ayuda de una computadora. Una prueba simple es que es más rápido dibujar algo, que encender la computadora para poder dibujar, lo que ya se ha hecho en el papel. Uno de los avances tecnológicos -aún pendientes- es lograr que el dibujo manual pueda ser incorporado a un programa electrónico que permita realizarlo, guardarlo, o modificarlo, con la misma rapidez que ahora se logra al hacerlo sobre papel.

No se pretende ni aboga por una valoración retrógrada y romántica del dibujo manual. Aunque hay que enfatizar que el dibujo de reproducción -que intenta copiar la realidad- ya ha sido sustituido por los programas electrónicos. Sin embargo, lo que sigue siendo fundamental es la capacidad que tiene el dibujo manual de transmitir las ideas o conceptos.

Una característica común de los textos sobre arquitectura que más han influido, es que tienen dibujos -información visual- que ejemplifican y aclaran las propuestas de sus autores. Eso es muy significativo porque



demuestra que el sustento de la actividad de arquitectos y diseñadores es el dibujo manual y que, como tal, es fundamental para expresar ideas y conceptos, de manera rápida y sintética.



fig. 57. *Grabado Neandertal* descubierto en la cueva de Gorham Gibraltar, 40,000 a.C.

Por eso, resulta sorprendente que en algunas escuelas de arquitectura ahora se considere al dibujo manual como una habilidad “optativa”, que no es parte de la formación del arquitecto, o que se le sustituya por el dibujo con computadora. Esa capacidad es fundamental, como recientemente se ha enfatizado: *Apoyo enérgicamente el dibujo a mano y el trabajo con maquetas físicas en las primeras fases tanto de la educación en materia de diseño, como en el trabajo sobre un proyecto arquitectónico*(112).

Actualmente muchos alumnos no saben dibujar, si no es con el apoyo de un programa de computadora que, además, sólo tiene la capacidad para dibujar por medio de un proceso predeterminado, que no permite la libertad que da el dibujo manual. La cuestión es muy simple, si un arquitecto, o cualquier diseñador no sabe -o no puede- dibujar, está severamente limitado para transmitir -a sí mismo- y a los demás sus ideas para diseñar algo.





fig. 58. Pablo Picasso, dibujo *Don Quijote y Sancho Panza*

El dibujo manual tiene dos importantes objetivos: el 1º. reproduce o interpreta los objetos del entorno. Los bisontes en Altamira, o los toros de Picasso, sintetizan la evolución de esos dibujos; que requieren de una intensa práctica que evoluciona desde la copia del modelo, hasta la paulatina síntesis de la realidad. El 2º. expresa ideas, propuestas o proyectos; y está ejemplificado en los dibujos de artefactos y edificios de diversas civilizaciones. Ese dibujo es más abstracto y menos definido; porque intenta transmitir conceptos, o propuestas, con el fin de realizar o modificar algo, con un propósito definido. Una prueba son los extraordinarios dibujos de los artefactos de Leonardo da Vinci, o los bocetos de algunos arquitectos, que permiten comprender y visualizar su proceso creativo.

Por sus características, parece que el dominio del dibujo manual se logra en dos etapas: primero se intenta copiar o reproducir lo que se ve, y después se puede crear lo que aún no se ha visto; que es la actividad básica del diseño. Esa secuencia de aprendizaje ha sido analizada por Abraham Moles, para señalar su importancia en el dominio de cualquier actividad creativa: *La simulación se apoya en una repetición de lo que es, debemos recordar que la repetición es el axioma mismo del aprendizaje... Culturas como la del extremo Oriente han considerado siempre como una evidencia que, para dominar una cosa difícil: un arte, una práctica o una enseñanza, el más simple de todos los métodos consiste en copiar con minucia y aplicación un original ya realizado, trátase del arte de escultura o de la artesanía... Aprender es,*

*primero que nada copiar, y no es sino en un estadio posterior de la copia que el copista puede, eventualmente, introducir variaciones para recrear otra vez la realidad, sobre la base del dominio que haya adquirido de los elementos estructurales de su acción. Copiar una cosa es, antes que nada, admitir que se tiene interés por lo que se copia, así como la voluntad por conocerla en sus menores detalles (113).*

Resulta sorprendente que, aunque se tienen pruebas suficientes que señalan la importancia que tiene la copia, la réplica y la simulación en todos los procesos de enseñanza-aprendizaje, se sostenga aún el mito del “creador” que, sin antecedentes, ni referencias, realiza obras que sólo pueden explicarse por su talento innato (114).

El avance de los procesos de dibujo, la modelización y simulación - con medios electrónicos- es una verdadera revolución cuyas consecuencias señalan con toda claridad su importancia creciente en todas las actividades de aprendizaje, creación, o innovación.

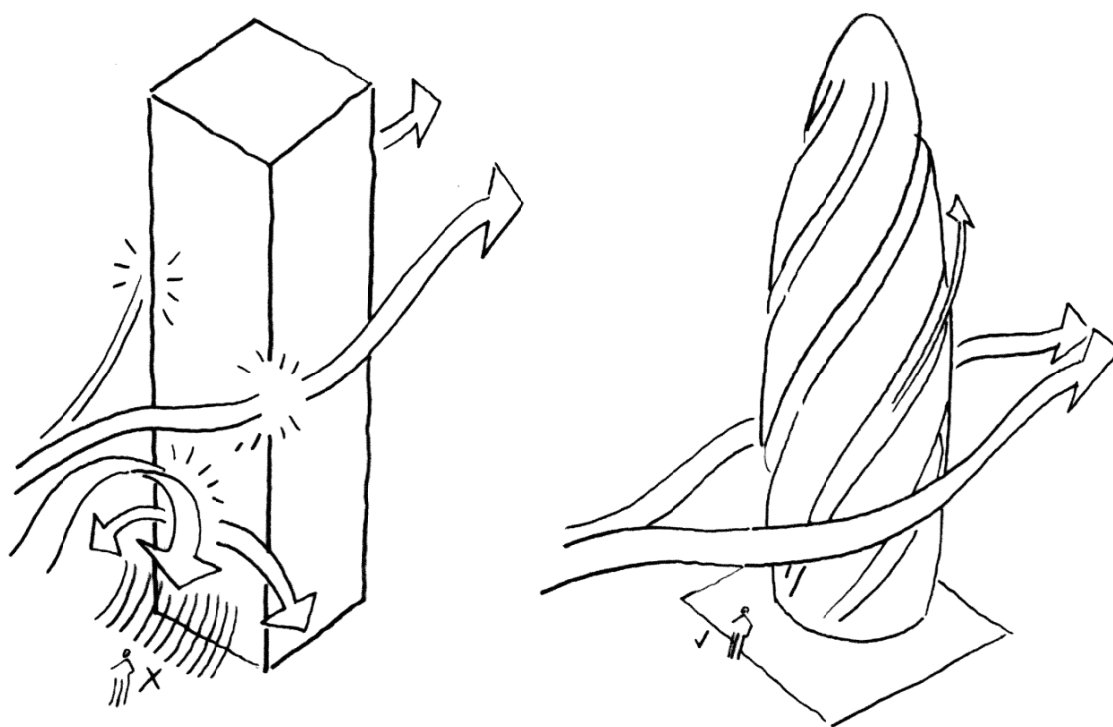


fig. 59. Foster N. Dibujos de la Torre St. Mary Axe, Londres, 2004

### **Dibujos y modelos.**

Es necesario aclarar que la demanda para actualizar la enseñanza, que se ha repetido desde hace años y que no se ha atendido, se ha impuesto por la presión de la práctica y por los acelerados cambios

tecnológicos en la visualización de la información(115). Esta revolución silenciosa se está dando ya en numerosas escuelas, colegios y universidades, sin que muchas se hayan percatado aún de su importancia y magnitud. Para comprender la profunda transformación que se ha realizado en la práctica de la arquitectura y el diseño, bastaría mencionar se ha realizado en sólo 30 años. Las aplicaciones de las nuevas tecnologías electrónicas en la arquitectura, diseño urbano, diseño industrial, textil, de interiores o gráfico, están modificando profundamente muchas profesiones; por lo que no es exagerado hablar ya de dos generaciones de alumnos o profesionistas: los que aún no pueden manejar estos sistemas y los que ya los incorporan en su práctica diaria.

### ***Nuevas tecnologías en representación gráfica.***

*1ª. etapa.* La revolución se inició con la sustitución del dibujo manual, por el realizado por medio de programas electrónicos. Se generaron así nuevas tecnologías para representar los proyectos de arquitectura y de diseño, con la ayuda de la computadora (*ComputerAidedDesign CAD*), que permiten que los esfuerzos antes aislados de millones de técnicos y dibujantes sean ahora integrados por esos medios. Los dibujos o esquemas, en sus diferentes etapas, permiten representar un modelo formal que en arquitectura sirve para determinar cómo construir un edificio. Su sustitución por medios electrónicos, cuyo impacto es progresivo, es equivalente al que se produjo con la aparición del dibujo, hace decenas de miles de años; con el "descubrimiento" del dibujo en perspectiva, en el siglo XIV; con los dibujos de Guarino Guarini en su tratado sobre arquitectura, como principio básico para representar la arquitectura; y con la contribución de Gaspar Monge -en el siglo XIX- con sus dibujos de geometría descriptiva.

La difícil coordinación de los diversos proyectos de arquitectura, diseño, o ingeniería, ahora puede ser resueltos con un nivel de atención a los detalles que antes era prácticamente imposible realizar; y el dibujo, que antes era de una calidad deficiente, es ahora nítido y exacto. El tiempo que antes se perdía para remplazar dibujos completos, por los lógicos cambios en el proyecto o en la obra, ahora ya no se pierde, pues una vez que un dibujo se tiene en la memoria electrónica es posible cambiarlo y manipularlo, sin que sea necesario repetirlo desde el inicio.

Las aplicaciones que se han desarrollado en el CAD se basan en la inter-conectividad entre diversos programas que permiten que trabajos que hasta hace poco se realizaban de manera separada, se elaboren ahora con una base de datos común que hace posible una rápida y efectiva integración de los diversos proyectos en la obra. Estos

programas van desde las escalas de planeación, ejecución y coordinación de obras a nivel urbano; las especificaciones, despiece y cuantificación de materiales; el desarrollo de conceptos y dibujos de presentación y modelos de simulación; el diseño de redes de instalaciones; el costeo, administración y ejecución de obras; y el uso, operación y seguridad de los edificios.

Los programas disponibles permiten usar archivos de dibujos, listados de especificaciones y catálogos de materiales; y es posible también realizar estudios de iluminación, natural o artificial, dentro y fuera de los edificios, o lograr detallados dibujos de presentación.

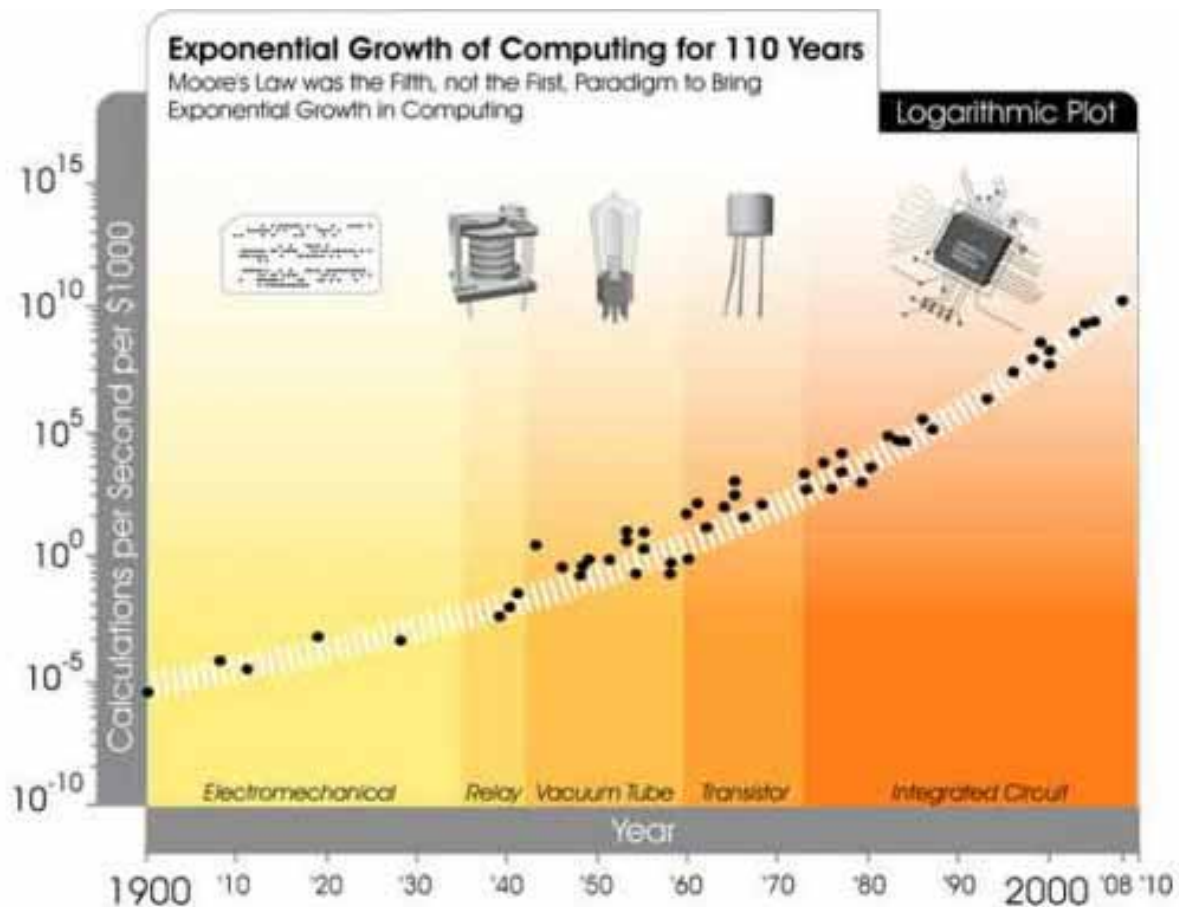


fig. 60. Crecimiento exponencial de la capacidad de las computadoras.

Esos avances permiten comprobar la tendencia a integrar todos los procesos que comprenden las etapas de programación, desarrollo del proyecto, su construcción, uso y operación; con el apoyo de programas de visualización que permiten evaluaciones en cada una de esas etapas. Estas tecnologías han hecho más claro y evidente que cualquier edificio u objeto es sólo una de las numerosas respuestas a un problema

específico, y que es posible generar múltiples diseños; por lo que la dinámica del cambio es ahora cada vez rápida (116).

*2ª. etapa.* Se desarrollaron importantes avances en los programas electrónicos que permitieron superar la limitación de la representación bidimensional. De hecho, se puede comprobar que el desarrollo ha sido cada vez más rápido y que se tiende a integrar todo el proceso de diseño, visualizando cada una de las etapas del ciclo de vida de los edificios.

*3ª. etapa.* Se realizó sustituyendo los dibujos bidimensionales, mediante la realización de modelos o maquetas que simulan tres dimensiones; que son útiles porque tienen características especiales, que permiten definir con más detalle lo que se intenta diseñar: *...el conocimiento vía los modelos es un conocimiento en sí y quien reproduce -mediante un simulacro o un modelo- un fenómeno o un objeto en sus aspectos pertinentes, sabe axiomáticamente algo esencial acerca de ellos* (117).

El mejor análisis que se ha hecho sobre esta revolución, desde los programas de CAD, a la aparición de las maquetas virtuales, fue realizado por un grupo de arquitectos de la *Harvard Graduate School of Design*. Uno de los investigadores, William J. Mitchell, clasificó 5 etapas en la metamorfosis de los programas electrónicos para el *Diseño asistido por la computadora* CAD (118). A pesar de que se publicó en 1990, el valor de su investigación se comprueba por el extraordinario alcance de sus predicciones -que ahora son realidad- y que aún están por concretarse: *Las bases de datos de los modelos arquitectónicos serán más sofisticadas... y las colecciones de modelos geométricos serán cada vez más importantes. Eventualmente, las redes de cómputo no sólo servirán para las imágenes o modelos, sino que serán bases de datos para seleccionar e integrar módulos, y generar varios tipos de diseños. La tecnología del diseño asistido por computadora ha pasado por muchas metamorfosis en las tres décadas desde que fue imaginada, y pasará por muchas más antes de que este siglo termine... esas realizaciones alterarán fundamentalmente la producción de la arquitectura, sus normas y evaluación, y sus propuestas educativas.* Es evidente que esta evolución se ha concretado con el avance de programas que permiten ahora -y en el futuro- aprovechar las bases de datos que mencionó Mitchell para diseñar edificios más eficientes en su uso y mantenimiento.

Alfredo Andia, de la *Universidad Internacional de Florida* también ha publicado un análisis sobre la evolución -en los últimos 30 años- de los programas y aplicaciones de visualización digital y su impacto cada



vez mayor en la práctica y la educación en arquitectura (119). Esa tendencia ha sido concretada -con una visión interdisciplinaria- por profesores y estudiantes en la *GraduateSchool of Design* de Harvard y en el MIT (120).

### ***Visualización digital***

La posibilidad de configurar maquetas o modelos digitales es un avance que aún no se ha utilizado en todo su potencial. De hecho, es tan importante que está modificando la forma de realizar muchas actividades del diseño; incluida la arquitectura.

Algo similar a lo que sucedió con la sustitución de los dibujos manuales ha ocurrido con las maquetas tridimensionales, que simulan la forma de edificios o de artefactos. Moles ha señalado que: *Lo que se reprocha de ordinario al simulacro, al modelo, es justamente su virtud: es quizá más simple, más escueto, más rudimentario -se diría- que lo real, cuyos aspectos quiere reproducir, sean estos de estructura material, o sean de estructura dinámica, es decir, de funcionamiento* (121).



fig. 61. Nueva York: Zona del nuevo *WorldTrade Center*, visualización digital

Con respecto a las ventajas que ofrece la información visual, Colin Ware ha definido: *El pensamiento visual es un proceso complicado, que*



*usa la representación gráfica como herramienta cognitiva... Adquirimos más información por medio de la vista, que por medio de todos los demás sentidos juntos. La mayoría los conocimientos se logran por medio de la interacción con artefactos como lápices, papel, calculadoras, y de manera creciente, con computadoras y sistemas de información. Algunas ventajas de la visualización que los arquitectos y diseñadores logran con dibujos, planos o maquetas:*

- 1. Dan la capacidad para comprender enormes cantidades de datos o información.*
- 2. Permiten percibir información, que no es evidente sólo en los datos o cifras.*
- 3. Permiten detectar aciertos o errores, que no son aparentes en los datos o información.*
- 4. Permiten visualizar diferentes escalas de la información.*
- 5. Permiten realizar diseños, porque el pensamiento espacial es diferente al basado en palabras (122).*

*Se ha cuestionado también la utilidad de las maquetas físicas en el desarrollo de proyectos de arquitectura o de diseño. Sin embargo, el famoso arquitecto inglés Norman Foster ha enfatizado su importancia en el desarrollo de sus proyectos: La relación entre la arquitectura construida y el modelo a escala -que la anticipa- se remonta a la antigüedad. He sido pionero en combinar la producción de maquetas y la práctica profesional, integrando a ambas tanto en la oficina, como en talleres altamente especializados capaces de hacer prototipos escala 1:1. Recientemente se ha producido una revolución digital que, según se dice volverá obsoletas las maquetas. Nada hay, sin embargo, más lejos de la verdad. Nuestras presentaciones para los proyectos actuales en Silicon Valley -el corazón de la realidad virtual- son en su mayor parte totalmente analógicas. Contra todo pronóstico, nuestro taller de construcción de maquetas ha crecido conforme lo hacían nuestras inversiones en tecnología informática. Tal vez una de las novedades más interesantes sea la fusión de estos dos mundos con la aparición de máquinas capaces de producir rápidamente prototipos (rapid prototyping) (123).*

### ***Visualización con maquetas digitales.***

*A diferencia de las maquetas tradicionales, los modelos de visualización digital (Building Information Modeling, BIM) permiten ver - desde diferentes puntos de vista y de manera precisa y rápida- el interior y los exteriores del edificio. Además, es posible evaluar diferentes aspectos del ciclo de vida de un edificio, desde su concepción hasta su demolición (124). En la práctica diaria se ha tenido que aceptar*

la presión, cada vez más fuerte, de grupos o instituciones que exigen esa evaluación y la aplicación de normas para lograr un diseño más eficiente y económico. Ante esa presión se han desarrollado métodos para medir el desempeño de los edificios (Buildingperformance); la evaluación después de ocuparlo (Post OccupancyEvaluation); y la certificación de su consumo energético (LEED certification), con normas de acceso, seguridad, etc.

Debido a la velocidad y la amplitud de estos cambios, es previsible que se modifique aún más la práctica de la arquitectura y del diseño haciéndola cada vez más eficiente, evaluable, y participativa.

Algunas ventajas de las maquetas digitales:

1º. Ofrecen información visual sobre el proyecto arquitectónico del edificio que resulta muy útil, porque integra sus tres dimensiones;

2º. Permiten que, en el proyecto, se sumen los diversos proyectos de la estructura y las diversas ingenierías;

3º. Hacen posible evaluar tanto las características formales del edificio, como su eficiencia; algo que es muy difícil de realizar en modelos tradicionales. Esa evaluación se puede realizar en aspectos ambientales, económicos y funcionales; porque otros aspectos, por ser menos objetivos, son más difíciles de evaluar;

4º. La visualización del modelo digital tridimensional facilita que se corrijan errores en cualquier etapa en el desarrollo del proyecto.

5º. Hace posible simular los efectos de asoleamiento, sismo, viento, ventilación, etc. para poder comprobar su desempeño.

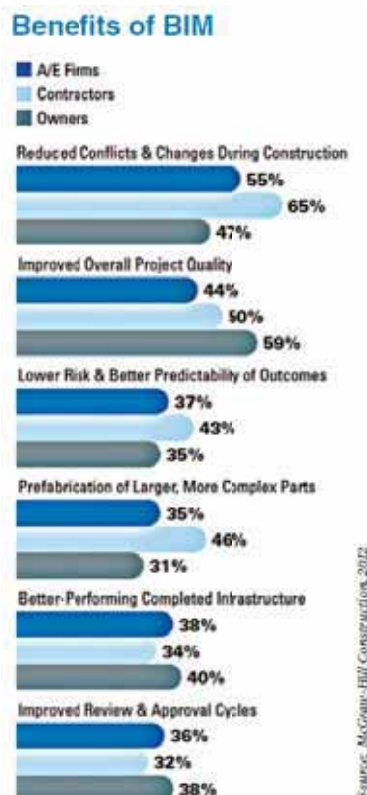


fig. 62. Beneficios de la aplicación de programas de visualización digital.

La profunda y rápida transformación que han permitido los programas electrónicos de dibujo, visualización y modelaje, ha cambiado -y cambiará aún más- la actividad de los arquitectos y diseñadores. En el caso del diseño de edificios, han permitido además la evaluación de su desempeño, que puede medirse con parámetros de calidad, economía y eficiencia. Algo que, por siglos, no se podía hacer de manera comprobable y objetiva; y que ahora demandan clientes, promotores y usuarios.

La rápida evolución de los procesos de visualización de la información hace posible -y lo hará más en el futuro- el desarrollo de artefactos -en todas sus escalas- y su construcción, mantenimiento, evaluación y mejoramiento.

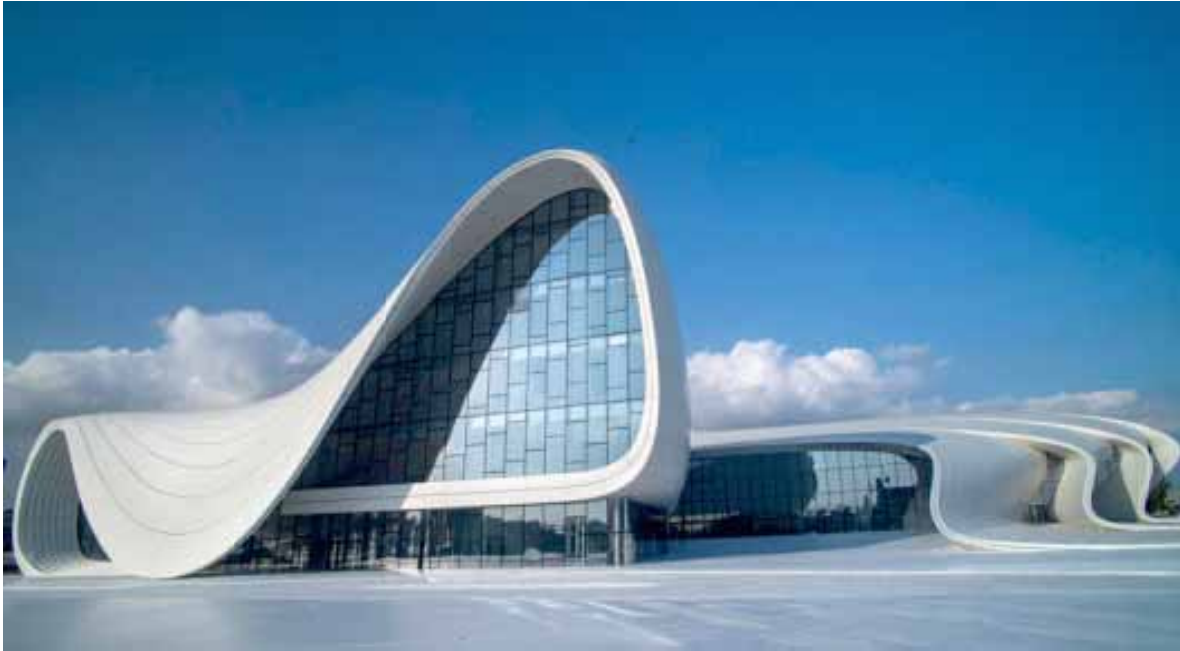


fig. 63. Zaha Hadid. *Centro cultural en Bakú*, 2015

También el *diseño paramétrico* es un avance, que se ha convertido en una moda para muchos arquitectos que lo presentan como una “nueva” revolución en arquitectura (125). Recientemente se ha criticado esa sofisticada tecnología visual que produce espectaculares formas que se presentan como esculturas, sin una clara función, relación con su entorno físico, o utilidad práctica, y que tienen el riesgo de destruir los consensos que han hecho de la arquitectura y el urbanismo prácticas sociales relevantes (126). Sin embargo, hasta ahora se ha utilizado más la formidable capacidad de los programas electrónicos para generar proyectos y obras muy atractivas visualmente que, por interesantes que sean, no integran todo el potencial que ofrece la visualización con modelos digitales. La posibilidad de esta tecnología es tal que se ha convertido en un medio para que muchos arquitectos y estudiantes, como verdaderos “*aprendices de brujo*” las utilicen sin aplicar criterios funcionales, estructurales, o medio-ambientales a sus proyectos; que la mayoría de las veces tienen graves errores y problemas que se “ocultan” bajo la apariencia espectacular que ofrecen esas imágenes.

### ***Cambios y modificaciones en el dibujo electrónico.***

La profunda revolución que está produciendo el diseño asistido por la computadora ha modificado radicalmente la práctica de la arquitectura, y la modificará aún más en el futuro. Esta revolución ha mostrado también la importancia del trabajo en equipos especializados, que permite mejorar la calidad de los proyectos y las obras. Ante ese

proceso, que señala la radical transformación de muchas actividades humanas, es imprescindible que se acepte que algunas, como la arquitectura y el diseño, tienen que adaptarse rápidamente a las diferentes condiciones, limitaciones y posibilidades que tiene ahora su profesión.

Es evidente que las actividades de la profesión se han modificado radicalmente en pocos años y que cambiarán aún más en el futuro. Esta no es una metamorfosis más; ahora se enfrenta la posibilidad de que se sustituya a los arquitectos y a los diseñadores que no se adaptan a este entorno de cambios, por operadores de programas que -sin ninguna preparación previa- desarrollen proyectos.

De manera esquemática se puede clasificar el trabajo que ahora realizan los arquitectos como: *arquitecto-artista*, que exclusivamente diseña proyectos; *arquitecto-constructor*, que diseña, especifica y construye; o *arquitecto-proveedor de servicios*; que puede participar en parte, o en todas las etapas desde el proyecto, construcción y operación de un edificio. Es evidente que esa "especialización" es vigente, aunque cada vez es más claro que lo que se requiere son arquitectos que provean servicios de calidad. El *arquitecto-artista* tiene ya enormes dificultades para ofertar sus servicios en un mercado cada vez más competido, que demanda cumplir primero condicionantes ambientales, económicas, y sociales (127). La clasificación anterior y sus graves consecuencias para la profesión ha sido analizada en detalle en la obra del arquitecto Casals Balagué, de la *Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona*, que señala: *La situación descrita no resulta para nada exagerada calificarla de crítica; tanto que podría muy bien significar un ocaso de la arquitectura. Ocaso, que quiere decir decadencia, declinación, acabamiento, y en estos términos hay que describir la situación actual de la profesión de arquitecto* (128).

Es importante insistir en que los arquitectos deben adaptar su trabajo a la situación actual de cambio acelerado y para eso es necesario que modifiquen sus creencias y prácticas vigentes; y para lograr esa transformación se requieren cambios que permitan innovar la práctica de la profesión.

Recientemente Mario Carpo ha señalado que ya se ha realizado una segunda revolución en los programas electrónicos, que transformará aún más todas las actividades productivas; incluidas la arquitectura y el diseño: *El 1er. cambio digital en arquitectura modificó nuestra manera de hacer las cosas (1992-2012), el 2º. cambiará nuestra manera de pensar... el poder sin precedentes de la computación favorece una nueva forma de ciencia en la que la predicción puede basarse en la información acumulada y la búsqueda formal puede basarse en procesos de simulación y optimización... la complejidad de las formas que se están creando expresan una nueva forma de*

*inteligencia artificial, que está fuera de la tradición de la ciencia moderna y que es ajena a la lógica de nuestra mente* (129). Esta creciente complejidad formal está relacionada con la extraordinaria propuesta de Herbert Simon, que anticipó -desde 1969- *una nueva ciencia: el diseño* (130).

Se ha señalado también que los extraordinarios avances de la tecnología digital han modificado la forma de diseñar, construir y evaluar la arquitectura de manera cada vez más rápida y radical. La posibilidad de realizar proyectos con complicadas geometrías -antes reservada para pocos especialistas- está ahora disponible y da cuenta del alud de formas espectaculares que se construyen en países con culturas muy diversas, que difícilmente responden al clima, topografía y cultura específica de cada lugar (131).

En el 3er. capítulo se muestra el nuevo y cambiante entorno donde se realizan actualmente las actividades de la arquitectura y el diseño.

## **Notas.**

1. Snodgrass A. (2000) *Theorizing architectural education*. Londres, Architectural Theory Review, Vol. 5-2
2. Kostof S. (1984) *El arquitecto: historia de una profesión*. Madrid, Ediciones Cátedra
3. Bergström A. (2014) *Architecture and the rise of practice in education*. Londres, Architectural Theory Review, Vol. 19-1
4. Blau J. (2013) *Architects and firms: a sociological perspective on architectural practices*. Cambridge, MIT Press,
5. Cuff D. (1995) *Architecture: history of practice*. Cambridge, MIT Press. p.262-263
6. Idem. p. 248
7. Idem. p.262
8. Idem. p.250-251
9. Idem. p.260  
La revista *Architectural Record* ha publicado 980 *Case studies* a marzo de 2017



10. Idem p.248-263
11. Idem.
12. Idem.
13. The Architectural Review. (1989) *What is wrong with architectural education? almost everything*. London, july
14. Anasagasti T. (1923) *Enseñanza de la arquitectura*. Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, p.79-104
15. Crinson M. / Lubbock J. (1994) *Architecture: art or profession?* Manchester University Press, p.157-162 y 180-183
16. Academy Editions. (1995) *Educating architects*. Londres, p.122-128
17. Boyer E. / Mitgang L. (1996) *A new future for architecture education and practice*. New Jersey, Carnegie Foundation, p. XI-XX
18. Idem.
19. Idem. *Siete objetivos esenciales*. p.29-142
20. Grubbauer M. / Steet S. (2014) *The making of architects*. Londres, Architectural Theory Review, Vol. 19, march
21. Fisher T. R. (2000) *In the scheme of things: alternative thinking on the practice of architecture*. University of Minnesota Press, p. 68
22. Idem. p.4-5
23. Hensell M. / Nillson F. (2016) *The changing shape of practice: integrating research and design in architecture*. Nueva York, Routledge
24. González Moreno-Navarro J.L. (1993) *El legado oculto de Vitruvio*. Madrid, Alianza Forma
25. Vignola. (1562) *Regola delli cinque ordini d'architettura*. Roma  
Palladio A. (1570) *I quattro libri dell'architettura*. Venecia  
Toca Fernández A. (2013) *Arquitectura: transformaciones en la enseñanza* (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma Metropolitana

26. Durand J. N. L. (1805) *Lecciones de arquitectura* Madrid, Editorial Pronaos, 1980
27. Idem.
28. Frampton K. (1986) *De Stijl: 1917-1931*. Madrid, Alianza Editorial, p.103
29. Van Doesburg T. (1985) *Principios del nuevo arte plástico*. Murcia, Colegio Aparejadores y Arquitectos Técnicos, p.35-50
30. Ginzburg M. (1982) *Style and epoch. (Stil' iepocha)* Cambridge, MIT Press, p.101-114 El libro fue traducido al inglés cincuenta y ocho años después de su publicación.
31. Cooke Ch. (1983) *Russian avant-garde: art and architecture*. Londres, Architectural Design Profile no. 47, p.34-49
32. Chernikhov I. (1984) *Fantasy and construction*. Architectural Design No.54, Londres, p.41-88
- Lodder Ch. (2013) *Utopian reality: reconstructing culture in revolutionary Russia*. Leiden, Brill, p.169
33. Christopher Jones J. (1970) *Design Methods*. Londres, John Wiley
34. Museum of Modern Art. (1988) *Deconstructivist architecture*. Nueva York
35. Boesiger W. / Girsberger H. (1971) *Le Corbusier 1910-65*. Barcelona, Gustavo Gili, p.44-45
36. Jencks Ch. (2000) *Le Corbusier*. New York, Monacelli Press, p.308-311
37. Geddes R. (1972) *Theory in practice*. Architectural Forum, September, p.34-57  
Geddes fue director de la escuela de *Arquitectura y Planeación Urbana* en la Universidad de Princeton
38. Idem. October 1972 p.52-59
39. *Richard Meier arquitecto*. (1986, 1992 y 1999) Barcelona, Editorial Gustavo Gili, Tres tomos. La 1ª. edición en inglés es de 1984

40. Idem. Tomo I, 1986, p.138
41. Quaroni L. (1970) *Proyectar un edificio: ocho lecciones de arquitectura*. Madrid, Xarait Ediciones, p. 8 y 198
42. Krier R. (1986) *Architectural composition*. Nueva York, Rizzoli, p.7-8
43. Idem. p.294-299
44. Martí Arís C. (1993) *Las variaciones de la identidad: ensayo sobre el tipo en arquitectura*. Barcelona, Ediciones del Serbal, p.39
45. Flemming U. (1990) *The electronic design studio: architectural knowledge and media in the computer era*. Cambridge, MIT Press, p. 31-47
46. Idem.
47. Idem.
48. Idem.
49. *Performance*. (2010) RIBA Talks, en youtube
50. Olgiati V. (2016) *Domus* no. 999, p.6-9
51. Simon H. (2006) *Las ciencias de lo artificial*. Granada, Editorial Comares, p.133-134
52. Wittkower R. (1958) *La arquitectura en la edad del humanismo*. Buenos Aires, Editorial Nueva Visión, p. 75-77
53. March L. / Steadman P. (1974) *The geometry of the environment*. Cambridge, MIT Press, p.35-86
54. Stiny G. W.J. Mitchell. (1978) *The Palladian grammar*. Environment & Planning B, vol. 5, p.5-18 y 189-198
55. Koenig H. / Eizenberg J. (1981) *The language of the Prairie: Frank Lloyd Wright's houses*. Environment & Planning B, vol. 8, p.295-323
56. Knight T. W. (1994) *Transformations in design*. Cambridge University Press, p. 218-242  
En 1976 John Sergeant había realizado esa clasificación. *Usonian*

houses. Nueva York, Whitney

57. McCarter R. (1991) *Frank Lloyd Wright: a primer on architectural principles*. Nueva York, Princeton Architectural Press, p.248

Sergeant J. (1976) *Usonian houses*. Nueva York, Whitney

58. Stiny G. (1985) *Computing with form and meaning in architecture*. Journal of Architectural Education. Fall, p.7-19

59. Hersey G / Freedman R. (1992) *Possible Palladian villas*. Cambridge, MIT Press

Sass L. (2007) *A Palladian construction grammar-design with shapegrammars and rapid prototyping*. Environment & Planning B, vol. 34, p. 87-106

60. Ese análisis ha sido desarrollado a partir de las investigaciones de Stiny y March. Para las circulaciones consultar: *Movement systems as generators of built form*. (1975) Architectural Record, 11 p. 105-112

61. Toca Fernández A. (1998) *Arquitectura y ciudad*. México, Instituto Politécnico Nacional, p.340 y 356-359

62. Haraguchi H. (1989) *A comparative analysis of XX century houses*. Nueva York, Rizzoli

63. CASE Series. (2002) *studies in architecture, landscape and urban design*. Harvard Graduate School of Design / Prestel. Nueva York

64. Zevi B. (1999) *Leer, escribir y hablar arquitectura*. Madrid, Apóstrofe

*The modern language of architecture*. (1978) University of Washington Press

65. Simitch A. / Warke V. (2014) *The language of architecture: 26 principles*. Beverly, Rockport Publishing

66. Wilkens M. (2000) *La arquitectura como composición*. Berlín, Birkhauser, p. 122 a 248

Clark R. H. / Pause M. (2012) *Precedents in architecture: analytic diagrams, formative ideas*. Nueva York, John Wiley

Unwin S. (1997) *Análisis de la arquitectura*. Barcelona, Gustavo Gili

Baker H. G (1991) *Análisis de la forma*. Barcelona, Gustavo Gili

Clark R.H. / Pause M. (1987) *Arquitectura: temas de composición*. México, Gustavo Gili

Ching F. (1979) *Architecture: form, space, order*. Nueva York, Van Nostrand

Varias revistas de arquitectura y diseño han publicado su acervo en formato digital. La más antigua, *Architectural Review* se puede consultar por internet. *Domus* tiene ya en formato digital toda su colección de 1,000 números.

67. Jencks C. (1971) *Architecture 2000: predictions and methods*. Londres, Studio Vista

68. Consultar Capítulo 2. El término es usado en biología.

69. Steadman P. (1979) *The evolution of design*. Londres, Routledge

70. Architectural Design (1984) *Chernikhov: fantasy and construction*. vol. 54 no.9/10, p.27-29

Krier R. (1988) *Architectural composition*. Nueva York, Rizzoli, p.44

71. Algunas monografías:

*Le Corbusier: 1910-1965*, Barcelona, Gustavo Gili, 1971

*Richard Meier*. Nueva York, Rizzoli, 3 Vols. 1986-1999

*Renzo Piano building workshop*. (1993-2004) Londres, Phaidon Press

Hoffmann D. (1995) *Understanding Frank Lloyd Wright architecture*. Nueva York, Dover

Sekler E. / Curtis W. (1978) *Le Corbusier at work: the genesis of Carpenter Center for Visual Arts*. Harvard University Press

Carter P. (1974) *Mies van der Rohe at work*. Londres, Phaidon

La revista española *Croquis* tiene publicadas más de 180 monografías de arquitectos, y *Architecture in detail*

series de Phaidon Press, más de 50 sobre edificios específicos

72. Eisenman P. (2003) *Giuseppe Terragni: transformations, decompositions, critiques*. Nueva York, Monacelli

73. Galli M. / Mühlhoff. (2000) *Virtual Terragni*. Basilea, Birkhäuser

74. Eisenman P. (2006) *The formal basis of modern architecture*. Zurich, Lars Müller Publ.

75. Frampton K. (2015) *A genealogy of modern architecture: comparative critical analysis of built form*. Zurich, Lars Müller Publ.

76. Pevsner N. (1976) *A history of building types*. Londres, Thames &

Hudson

77. Caniggia G. / Maffei G. (1995) *Tipología de la edificación*. Madrid, Celeste Ediciones, p.18-23

78. Moneo R. (1978) *On tipology*. Nueva York, Oppositions no. 13, summer, p.22-45

79. Kubler G. (1962) *The shape of time*. New Haven, Yale University Press, p.63-77 *La configuración del tiempo*. (1988) Madrid, Nerea

80. fosterandpartners.com/projects  
*Norman Foster*. (2013) Revista A&V. Nos. 163-164, Madrid, *Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México*. (2014) Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

81. Sherwood R. (1983) *Vivienda: prototipos del Movimiento Moderno*. Barcelona, Gustavo Gili

82. *Le Corbusier: 1910-1965*, Op. cit.

83. Storrer W.A. (1993) *The Frank Lloyd Wright companion*. University of Chicago Press

84. fosterandpartners.com/projects

85. Riley T. / Bergdoll B. (2001) *Mies in Berlin*. Nueva York, Museum of Modern Art  
Lambert P. (2001) *Mies in America*. Nueva York, H. N. Abrams

86. Jencks Ch. (2000) *Le Corbusier and the continual revolution in architecture*. Nueva York, p.299-311 y 373

87. Toca Fernández A. (1998) *Arquitectura y ciudad*. México, IPN, p.356 a 359

88. En 1902, los arquitectos Nicolás Mariscal y Samuel Chávez propusieron el *Plan de estudios de arquitectura* en la *Academia de Bellas Artes*. En 1903 Ramón Agea realizó un análisis sobre la enseñanza, en los *Anales* de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México. Manuel F. Álvarez -en 1914- publicó su proyecto para la enseñanza en la Academia de San Carlos. INBA, González Lobo C. (1981) Cuadernos de Arquitectura no.18. *La enseñanza de la arquitectura en México entre 1910 y 1929*.



- Cuadernos de Arquitectura y docencia no. 4 y 5, UNAM  
Alva E. (1982) *La enseñanza de la arquitectura en México en el SigloXX*. Cuadernos de arquitectura, no.19, INBA
89. Toca Fernández A. (2016) *Bauhaus: mito y realidad*. México, Universidad Autónoma Metropolitana, Biblioteca Básica, p.176-180
90. Millán López R. (2014) *Arquitectura: enseñanza y ejercicio profesional*. México, p.62
91. Idem. p.66-73
92. Idem. p.74-81
93. Idem. p.96-99
94. Idem. p.136-137
95. Mangado F. (2018) *La enseñanza de la arquitectura Europa*. Domus no. 1017, Milán, p.12-17
96. Mora L. R. (2006) *Formación académica del arquitecto y mercado profesional*. México, UAM / Porrúa  
Aguirre Osete M. (1998) *El arquitecto: un enfoque para su formación*. México, UNAM, U. Anáhuac
97. El Consejo consultivo 2014-2016 de la ASINEA publicó el documento: *La naturaleza esencial de las escuelas de arquitectura*. [asinea.org.mx/doc/anexos/9.pdf](http://asinea.org.mx/doc/anexos/9.pdf)
98. Toca Fernández A. (2013) *Arquitectura: transformaciones en la enseñanza*. Op. cit.
99. [comaproduct.org.mx/recursos/la-evaluacion-de-la-educacion-del-diseño-en-mexico/](http://comaproduct.org.mx/recursos/la-evaluacion-de-la-educacion-del-diseño-en-mexico/)
100. Tzonis A. / Lefaivre L. (1984) *Arquitectura, técnica y naturaleza*. Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, p.49
101. Sánchez Antuñano J. / Gutiérrez M. L. (1977) *Contra un diseño dependiente*. México, Editorial Edicol
102. Es significativo que universidades como Cambridge, Harvard, MIT, Stanford, tengan un amplio sistema de programas de posgrado.

103. García Holley M. / Kochen J.J. (2015) *¿Hacia dónde va la arquitectura?* México, revista *Código* 86, abril-mayo
104. Idem.
105. Rhowbotham K. (2012) *Problems in the British architecture school regime*. Architectural Review, Londres, oct. p.78-101
106. Paricio I. (1985) *La construcción de la arquitectura*. Tomo II, Barcelona, Institut de Tecnologia de la Construcción de Catalunya, p.7
107. Ayuntamiento de Barcelona. (2002) *Gaudí: la búsqueda de la forma*. Lunweg, p.30
108. Candela F. (1985) *En defensa del formalismo y otros escritos*. Madrid, Xarait Ediciones, p.40
109. Idem. p.148
110. Engel H. (2001) *Sistemas de estructuras*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili
111. Mark R. (1990) *Light, wind and structure: the mystery of the master builders*. Cambridge, MIT Press
112. Pallasmaa J. (2015) *La mano que piensa*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, p.109
113. Moles A. (1995) *Las ciencias de lo impreciso*. México, Universidad Autónoma Metropolitana, p.207
114. Idem. 209-218
115. Damisch H. (1995) *The origins of perspective*. Cambridge, MIT Press, Parte 2
116. Ware C. (2008) *Visual thinking for design*, Morgan Kaufman / Elsevier. Es significativo que más del 50% de la actividad cerebral sea para procesos de visualización.
117. Moles A. Op. cit. p.192  
*No es de ninguna manera exagerado afirmar que el artista, el*

*dibujante, o el botánico, intentan abordar racionalmente la representación de lo real por la vía de la esquematización; el esquema es un modelo; un modelo formal.*

118. Mitchel W. J. (1990) *The electronic design studio: architectural knowledge and media in the computer era*. Cambridge, MIT Press, p.479-493

119. Andia A. (2002) *Effects of computers on practice and education during the past three decades*. Journal of architectural education Vol. 56 no. 2, nov.p.7-13

120. Kara H. / Georgoulis A. (2012) *Interdisciplinary design: new lessons from architecture & engineering*. Cambridge, Harvard University, Graduate School of Design

121. Moles A. Op. cit. p.208

122. Ware C. *Visual thinking for design*. Op. cit.

123. Norman Foster. (2013) Revista A&V. n.163-164, Madrid, p.15-20

124. El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (USA) definió: Building Information Modeling (BIM) es una representación digitalizada de las características físicas y funcionales de una edificación. Esta información compartida permite una base sólida para realizar decisiones durante su ciclo de vida, desde su concepción inicial, hasta su demolición. En 2004, estimó que anualmente se pierden 15,800 millones de dólares por la ineficiencia y fragmentación de la industria de la construcción, la falta de estandarización, y por el uso de tecnologías inadecuadas.

125. Schumacher P. (2011-2012) *The autopoiesis of architecture: a new framework for architecture*. Nueva York, J. Wiley, 2 vols.

126. Sorkin M. (2014) *Critical measure*. The Architectural Review, june 2014 p.91-99  
Amstrong R. *Parametric snake oil*. The Architectural Review, july p.102-103

127. Kara H. / Georgoulis A. Op. cit. p.225-230

128. Casals Balagué A. (2005) *La arquitectura: otro arte enfermo*. Badajoz, Editorial @becedario, p.7 y 325-329

129. Carpo M. (2017) *The second digital turn*. Cambridge, MIT Press
130. Simon H. *Las ciencias de lo artificial*. Op. cit. p.134, 162 y 237
131. Flachbart G. / Weibel P. (2005) *Disappearing architecture*. Birkhauser, p. 84 y 240

### **3er. Capítulo: futuro**

*No es una época de cambio... es un cambio de época.*

#### **3.1. Hacia un nuevo entorno.**



fig. 64. *Inteligencia Artificial*

## **Síntesis.**

*La revisión de la aceleración de innovaciones importantes de la humanidad revela que desde hace 1.8 millones de años -hasta el año 5,000 a.C.- sólo hubo 11; un promedio de 1 cada 181,818 años. Es significativo es que el 90% de esos avances se realizaron durante el siglo XX. El mayor problema en siglo XXI es que aún se aplican soluciones del siglo pasado; y no por falta de recursos tecnológicos, sino por ignorancia, o ausencia de voluntad y conciencia social. Se presentan los principales cambios e innovaciones en la comunicación por medios electrónicos, porque se requiere innovar los artefactos, los negocios, las organizaciones y en las instituciones, en las que deben participar los arquitectos y diseñadores, utilizando el enorme potencial de las nuevas tecnologías; que no son una solución mágica, ni la solución para todos los problemas, simplemente son herramientas que amplían la capacidad para realizar obras y tareas de manera eficiente, evaluable y rápida.*

*Esta es una época crucial en un entorno de cambios y rápidas transformaciones de todas las actividades humanas, que modificará radicalmente la cultura material en el futuro. Es muy aventurado prever el futuro, en un entorno de aceleración tecnológica y de cambios continuos, que está modificando la definición de muchas actividades humanas. Los arquitectos necesitan replantear su práctica para adaptarse al cambio, porque los avances en la tecnología serán la "fuerza dominante" que transformará el entorno construido del futuro.*

La revisión de la aceleración de las innovaciones importantes de la humanidad revela que desde hace 1.8 millones de años -hasta el año 5,000 a.C.- sólo hubo 11; un promedio de 1 cada 181,818 años (1). Se han analizado también los avances que se han realizado en los pasados 40,000 años, en los que han vivido cerca de 1,000 generaciones (de 40 años en promedio), y se ha estimado que:



- 800 vivieron en cabañas o refugios temporales;
- 250 han cultivado frutas, granos y legumbres;
- 120 han usado la rueda;
- 40 han usado molinos de viento para moler granos;
- 20 han usado relojes;
- 10 han usado la imprenta;
- 5 han viajado en barcos o trenes de vapor;
- 4 han usado energía eléctrica, trenes subterráneos, telégrafo;
- 3 han usado autos, teléfono, aspiradora, y lavadora;
- 2 han usado energía atómica, refrigeradores eléctricos, aviones, radio y televisión;
- 1 ha usado computadoras, teléfonos portátiles, video, satélites artificiales, e internet.

Es significativo es que el 90% de esos avances se realizaron durante el siglo XX (2). Eso revela que la velocidad de las innovaciones está aumentando progresivamente; pues basta mencionar que del año 1950 al 2000 hubo un promedio de una innovación cada 3 meses. Estamos inmersos en una revolución, que es difícil de percibir, en la que la velocidad y amplitud de los cambios tecnológicos hace necesario actualizar o modificar los paradigmas de muchas actividades y profesiones.

Como certeramente lo señaló Manuel Castells desde 1999: *Esta no es una época de cambios, sino un cambio de época* (3). Esa diferencia es muy importante porque implica cambios profundos en todas las actividades humanas por la acelerada introducción de la inteligencia artificial y las nuevas tecnologías de la información en la sociedad; que están definiendo una época diferente de todas las anteriores. En 2002 Castells mencionó: *Lo que caracteriza a la revolución tecnológica actual no es el carácter central del conocimiento y la información, sino la aplicación de ese conocimiento a aparatos de generación de conocimiento y procesamiento de la información y comunicación, en un círculo de retroalimentación acumulativo entre la innovación y sus usos.*

*La difusión de la tecnología amplifica infinitamente su poder, al apropiársela y redefinirla sus usuarios. Las nuevas tecnologías de la información no son sólo herramientas que aplicar, sino procesos que desarrollar* (4).

Se ha estudiado que esos cambios son espectaculares, sin embargo, hay señales de que su impacto económico será menor y más

problemático en el futuro: *Entre 1820 y 2000 -en 180 años- la población se multiplicó 6 veces y el PIB por habitante 14.5 veces; 8.5 veces más que en los 18 siglos anteriores. Sin embargo, el siglo XXI ha comenzado con las expectativas de crecimiento tanto de la población, como del PIB mundial, muy inferiores a los del siglo XX, así como con un crecimiento tendencial del envejecimiento de la población mundial muy superior a la del siglo XX. Hoy por hoy, los datos muestran que el siglo XXI crecerá menos y con mayores problemas que en el siglo XX (5).*

La revisión del progreso tecnológico actual aporta suficiente evidencia para comprobar que su cambio ya no es lento y linear, sino rápido y exponencial; y que los procesos para crear y compartir artefactos, conocimientos e ideas están fuertemente interrelacionados (6). Desde 1966, Marshall McLuhan anunció esa transformación que está definiendo un nuevo entorno, y que cada día se materializa: *Cualquier tecnología crea gradualmente un nuevo entorno humano... Los entornos no son envolventes pasivos, sino procesos activos(7).*

Ante esta situación, el mayor problema en siglo XXI es que aún se aplican soluciones del siglo pasado; y no por falta de recursos tecnológicos, sino por ignorancia, o ausencia de voluntad y conciencia social. Por eso es importante promover el uso de nuevas tecnologías en todas las actividades. Esa transformación se dará principalmente en las ciudades, ya que actualmente el 50% de la población mundial vive en ellas y aumentará en el futuro hasta llegar al 80% en 2050 (8).

### ***Red mundial de comunicación.***

Actualmente -por medio del *Internet*- se produce un continuo intercambio de conocimientos, mercancías, pasatiempos e información, entre miles de millones de personas diferentes interconectadas por una Red mundial. Por eso es necesario tomar en cuenta el potencial que ofrece ese medio para todas las actividades. El *Milenium Project* ha señalado que: *La humanidad, el entorno construido y las computadoras se están convirtiendo en un continuum de la conciencia y la tecnología, que refleja toda la gama de las actividades y de la conducta humana. Hay más de 2 mil millones de usuarios de internet, más de 6 mil millones de teléfonos móviles, y millones de computadoras que se intercomunican -en tiempo real- en una amplia multi-red apoyando todas las actividades. Esta situación conlleva también enormes riesgos, que tendrán que atenderse: El mundo está en una carrera entre la implementación de formas cada vez mayores para mejorar la condición humana y la complejidad creciente y magnitud de los problemas globales. El Índice del Estado del Futuro 2012, muestra que, a 10 años, el mundo será cada vez mejor, pero a un ritmo menor que en los*

últimos 20 años (9).

La velocidad de esos cambios es tal que la compañía *Ericsson* prevé que -para 2017- el 85% de la población mundial estará cubierta por el *Internet* móvil de alta velocidad. La red de *Internet* es la invención más poderosa desde la imprenta; y su capacidad de comunicar a personas o grupos ha modificado las características de los medios de comunicación masiva, haciendo del *Internet* el único medio que permite una respuesta casi instantánea entre emisor y receptor. En 2006, la red global superó el tamaño de la red telefónica mundial, a la que ya ha sustituido en gran medida. Conectada primero a las computadoras y laptops, ahora *Internet* se puede consultar desde los teléfonos portátiles.

#### ► CAPACIDAD DE ALMACENAJE GLOBAL DE DATOS

En exabytes (millones de terabytes)

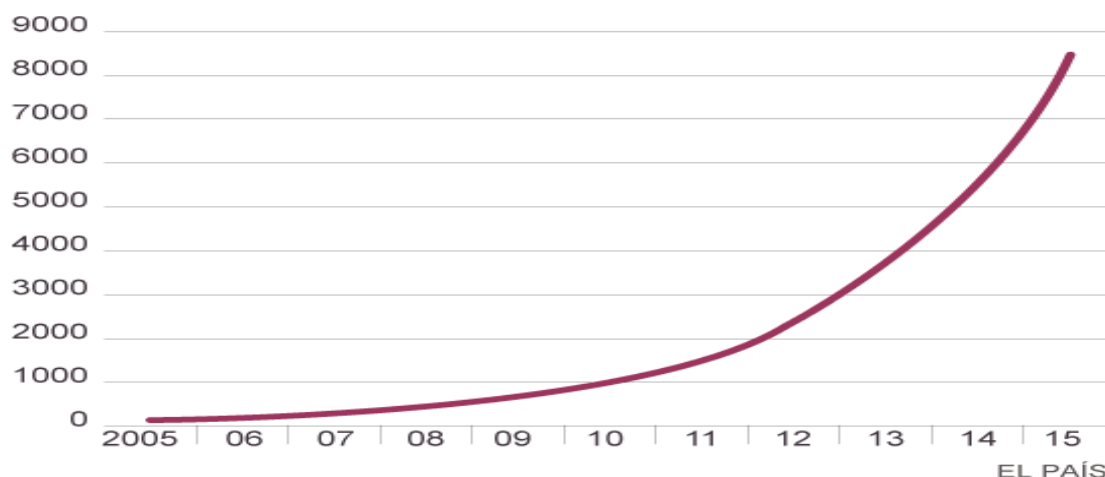


fig. 65. Almacenaje mundial de datos

#### ***Hacia la interconectividad.***

Recientemente, Vinton Cerf, uno de los inventores del *internet*: la red de redes (1972) y vicepresidente de *Google*, mencionó que la siguiente etapa en el desarrollo de la red mundial será el *Internet de las cosas*. Un mundo completamente conectado en el que los artefactos cotidianos, podrán ser manejados desde los Smart-phones; que anticipa una siguiente etapa en transformación de la cultura material humana. Se ha visto que el cerebro humano ha desarrollado la capacidad de pensar jerárquicamente; y de representar ideas y conceptos por medio de la escritura en varias etapas:

- 1º. Por medio de la escritura- que supera la vida física del autor.
- 2º. Reproduciendo esa escritura mediante la imprenta, que ha sido fundamental en la evolución de la civilización.
- 3º. Transformando y transmitiendo esa información y su diseño,

por medios electrónicos; con la ayuda de la computadora y su extraordinario poder de memoria y procesamiento de datos.

4º. La siguiente etapa será la progresiva integración digital; como se puede predecir ahora, con la tendencia hacia el desarrollo de la inteligencia artificial para incorporar dentro del cuerpo humano los avances de la tecnología digital.

5º. Una etapa futura -aún muy difícil de definir- sería la completa integración de las capacidades humanas y las de la tecnología bio-digital (10).

### ***Inmovilidad y cambios.***

Se ha estudiado que las organizaciones y las profesiones que se adelantan, incorporando el uso de la tecnología, tienden a ser las mismas que están adelantadas en otras áreas. Sin embargo, las que realmente se podrían beneficiar con la tecnología tienden a ser las más retrasadas en utilizarlas. Las más conservadoras -con rígidas estructuras- que se podrían beneficiar con tecnologías modernas, no se interesan en esta posibilidad de manera significativa. Esa paradoja se hizo más aparente en las pasadas décadas, en las que se incorporó la tecnología digital a las actividades y los negocios.

Como se mencionó en el subcapítulo 3, la inmovilidad en un organismo, una organización o un sistema, produce un estancamiento y, progresivamente, su parálisis final. Ante la dinámica de cambios constantes se ha advertido que: *muchas estructuras institucionales -y académicas- no están anticipando y respondiendo suficientemente rápido a la aceleración del cambio, por lo que es probable que esa situación continúe hasta que la presión -o los fracasos- del trabajo diario obliguen a que se propongan mejores alternativas* (11).

La única alternativa para las organizaciones y las personas reacias a actualizar sus actividades, es el esfuerzo conjunto y la cooperación, que ha sido fundamental en la evolución de los organismos vivos y específicamente en el hombre: *La cooperación permite la especialización y promueve la diversidad biológica. La cooperación es el secreto detrás del proceso evolutivo... la cooperación es el principio de organización de las sociedades humanas* (12). Muchas experiencias señalan que el esfuerzo colectivo hará posible la innovación de las organizaciones y de sus estructuras, procesos y modelos, para promover el avance de la creatividad humana y de la tecnología. Ese esfuerzo será vital porque de él depende el entorno futuro: *Es evidente que el mundo está dentro de un horizonte de cambios sistémico, y que las transiciones a través de múltiples umbrales críticos afectarán todos los sistemas de la naturaleza y de la civilización* (13).

### ***Un nuevo entorno.***

Se requiere innovar los artefactos, los negocios, las organizaciones y las instituciones, en las que deben participar los arquitectos y diseñadores, utilizando el enorme potencial de las nuevas tecnologías. Por eso, es necesario mejorar la calidad y velocidad de la innovación en todas sus actividades, y mejorar también el capital humano, asegurando que tenga las habilidades que se requieren para participar activamente hoy en la creación e innovación del entorno futuro. Esa tarea se necesita promover en las universidades, particularmente en las escuelas de arquitectura y diseño, con la cooperación y participación de profesores y alumnos (14).

Es conveniente que arquitectos y diseñadores trabajen en áreas que se han abierto y que se ampliarán en el futuro, en las que es importante su colaboración, que abarca todas las escalas de su actividad: desde las ciudades y los edificios, hasta los artefactos; para realizar diseños más eficientes y ambientalmente sustentables. La era de las oficinas fijas está llegando a su fin y anuncia el trabajo compartido y especializado, que no tiene lugares aislados, fijos y cerrados.

Según un estudio de la Universidad de *Oxford*, el 47% del empleo actual desaparecerá dentro de una o, cuando mucho, dos décadas; y el 90% de las profesiones que permanezcan necesitarán transformarse y requerirán el desarrollo de nuevas habilidades. El Reporte sobre el Futuro del trabajo, del *WorldEconomicForum* enfatizó: *Estamos en el comienzo de la IV Revolución Industrial. El desarrollo en biotecnología, la inteligencia artificial, impresión en 3ª. dimensión, genética, nanotecnología y robótica, se está ampliando e interrelacionando. Esto será la base de una revolución más amplia y profunda, que no hemos visto nunca.* El Reporte recomienda: 1º. *Que se rediseñen los sistemas educativos: porque el 65% de los niños que actualmente están en primaria tendrán trabajos que hoy no existen.* 2º. *Que se promueva la educación continua, en todas las edades.* 3º. *Que se promueva la cooperación y participación entre la industria y los negocios, en lugar de la competencia* (15). Es evidente que en ese entorno futuro se requiere una tarea inmensa de creación e innovación que de respuesta a los nuevos retos de la humanidad.

### ***Nuevas tecnologías.***

Las nuevas tecnologías no son una solución que se puede aplicar a todos los problemas; simplemente son herramientas que amplían la capacidad para realizar obras y tareas de manera eficiente, evaluable y rápida.

Estamos en una época crucial -quizá la más importante en la

historia- en un entorno de cambios y rápidas transformaciones de todas las actividades humanas, que modificará radicalmente la cultura material en el futuro. Por eso es conveniente promover que el trabajo de los arquitectos y diseñadores se actualice para aprovechar las enormes ventajas que ofrece la tecnología para mejorar la enseñanza, la práctica y la investigación.

Las computadoras y los artefactos digitales no tienen aún habilidad creativa. En cambio, los seres humanos somos más capaces para crear e innovar, exactamente donde las computadoras son más débiles. Por eso, integrar esas capacidades es una alternativa muy importante; ya que la clave no es competir contra las máquinas, sino competir con las máquinas. Los humanos somos más capaces en donde las computadoras son más débiles, por eso es conveniente reforzar los procesos de innovación. Es preciso mejorar la calidad y velocidad de la innovación en las organizaciones, y mejorar también el capital humano, asegurando que tenga las habilidades que se requieren para participar en la economía actual y la del futuro. La solución es la innovación de las organizaciones, y de sus estructuras, procesos y modelos, para asegurar el avance de la humanidad.

En el Reporte sobre el avance de la *Inteligencia Artificial (Artificial Intelligence AI)* de la Universidad de Stanford, se resume que esas tecnologías avanzan en muchos campos; y que se están transformando de sistemas inteligentes, a sistemas que son confiables e interactúan con los humanos. La definición de *Inteligencia Artificial*, tiene las mismas dificultades que la palabra *diseño*; como se analizó en el subcapítulo 2o. La definición más aceptada es: *la actividad dedicada a hacer que las máquinas sean inteligentes, y que funcionen apropiadamente*. El extenso reporte *AI and life in 2030* presenta 8 campos en los que su impacto será más evidente: *transporte; servicios y robots; atención médica; educación; comunidades sustentables; seguridad pública, empleo; y entretenimiento*. Es evidente que en esos campos la participación del diseño y la arquitectura serán importantes (16).

El avance de nuevas tecnologías es una tendencia mundial que va en aumento; al final del 2015 de las diez compañías más importantes del mundo por su valor en Bolsa, las tres primeras, la sexta y séptima son de tecnología.

NickolasBoström, director del *Instituto del futuro de la humanidad FHI* -en Oxford- ha planteado las enormes posibilidades y peligros que representa el desarrollo en el futuro de la inteligencia artificial, la biotecnología y la nanotecnología: *Necesitamos sabiduría para enfrentar el futuro. Para saber si los progresos tecnológicos de vanguardia van en la dirección adecuada o no; si favorecen al ser humano o todo lo contrario...Hay una carrera entre nuestra habilidad*



*para hacer cosas, para hacer progresar rápidamente nuestras capacidades tecnológicas y nuestra sabiduría, que va mucho más despacio. Necesitamos cierto nivel de sabiduría y de colaboración para el momento en que alcancemos determinados hitos tecnológicos, para sobrevivir esas transiciones* (17) La crítica a esta visión radical ha provocado diversas reacciones; sin embargo, se acepta que ese tema es ahora el centro del debate sobre el futuro de la inteligencia artificial (18). Desde 2002, la revista *MIT TechnologyReview* ha publicado cada año una lista de las 10 tecnologías que transformarán en un futuro próximo nuestra civilización. La lista incluye autos sin conductor, energía solar y de viento, nano-arquitectura de nuevos materiales, robots, etc. El tipo de trabajos que se realizará por autómatas no será ya repetitivo, o asociado con poca capacidad intelectual. No sólo estamos mencionando los 3.5 millones de choferes de camiones que pronto quedarán sin trabajo; hay que incluir también otros trabajos, como los jefes de mantenimiento, asesores financieros, y agentes de bienes raíces.

Los avances en servicios están transformando la manera tradicional en que se ofrecen en muchas actividades. Investigadores del laboratorio de *Inteligencia Artificial* del MIT desarrollaron un algoritmo que permitiría reducir los 13,000 taxis de Nueva York a sólo 3,000, con 4 pasajeros, satisfaciendo el 98% de la demanda con un periodo de espera 2.7 minutos. Eso señala la tendencia a reducir el uso individual del auto, haciendo más eficiente el uso de recursos y del tiempo (19).

Recientemente IBM ha creado un centro de investigación - *ResearchFrontiersInstitute*- financiado por compañías como Samsung y Honda para desarrollar nuevas tecnologías, cuyo primer resultado es una computadora cuántica. Se calcula que en diez años estos equipos serán 100 millones de veces más rápidos que los actuales. El director del instituto de IBM, Arvind Krishna ha declarado: *La computación cuántica se está convirtiendo en una realidad y llevará a la informática mucho más allá de lo que se pueda imaginar con la tecnología de hoy* (20).

El avance de las nuevas tecnologías ha sido analizado por Adam Greenfield, que ha advertido sobre los peligros ambientales, económicos, sociales, que tendrán en el futuro inmediato (21).

### ***El futuro de la arquitectura y el diseño.***

Es muy aventurado prever el futuro en un entorno de aceleración tecnológica y de cambios continuos que está modificando la definición de muchas actividades humanas; entre ellas, la práctica de muchas profesiones, incluso la arquitectura y el diseño. *La noción tradicional de un individuo con un sueño utópico está siendo reemplazada por una*

*práctica multidisciplinaria para la resolución de problemas. En realidad, el diseño avanzado está dominado actualmente por tres ideas: es plural, está distribuido y se realiza en colaboración. Ya no es un sólo diseñador, un solo cliente, o un solo lugar (22)*

El experto en domótica Xavier Alamán visualiza un futuro en el que el teléfono móvil dejará de ser el elemento central: *Aparecerán apps para la casa, que se convertirá en un gran dispositivo electrónico. Esas aplicaciones se visualizarán en la televisión o en el móvil.* En esa misma línea está Federico Casalegno, director del MIT Mobile ExperienceLab: *el propósito es innovar por medio de nuevas tecnologías y su relación con espacios culturales, sociales y físicos (23).*

En un reporte de 2010 del Royal Institute of British Architects se señala que: *...en 10 años la práctica de la arquitectura probablemente ya no se llame así, sino que será otra cosa.* Se menciona también que - para 2020- la construcción de infraestructura se incrementará un 128% en los países emergentes, que concentrarán el 45% del total de la actividad de construcción mundial (24).

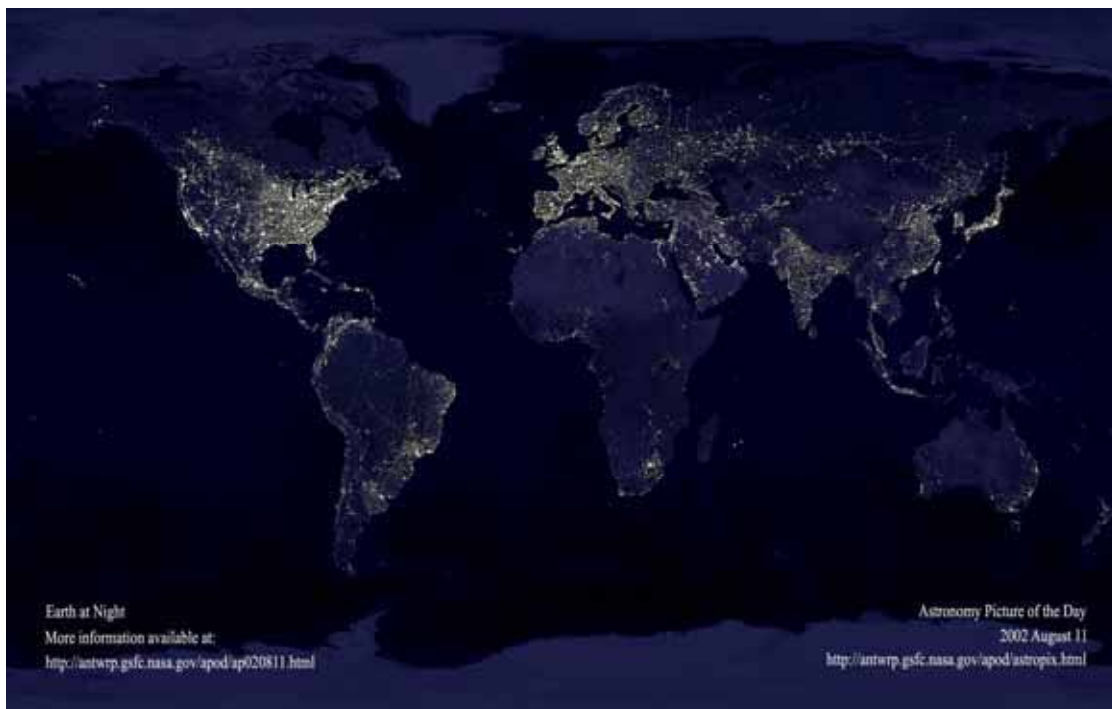


fig. 66. *Vista nocturna de la tierra / NASA.*

El documento del *American Institute of Architects: Foresightreport 2014*, ofrece también un resumen de las tendencias que conformarán el futuro de la profesión. Enfatiza que los arquitectos necesitan replantear su práctica para adaptarse al cambio, porque los avances en la tecnología serán la “*fuerza dominante*” que transformará el entorno construido: *...un aspecto constante será la incorporación continua de la tecnología, la sustentabilidad y la accesibilidad; y el otro*

*será el cambio constante.* El Reporte finaliza comentando que: *...hay oportunidades para ampliar la colaboración de los arquitectos en grupos interdisciplinarios, para avanzar no sólo en el mejoramiento de nuestro entorno, sino también en el de la gente que vive, trabaja y se divierte en ellos (25).*

En un análisis sobre el futuro de las escuelas en 2030, un 93% de los 635 entrevistados afirmaron que se convertirán en entornos interactivos, donde las innovaciones tecnológicas transformarán el papel tradicional de profesores y alumnos. Las escuelas serán redes de aprendizaje con servicios en línea para consulta, diálogos e intercambios, en un trabajo de colaboración. El 83% respondió que los contenidos académicos serán más individualizados, de acuerdo a las necesidades de los estudiantes, y que el papel del profesor será facilitar la enseñanza, no impartir clases. El 75% estimó que los valores más importantes serán las habilidades personales y la capacidad de colaborar en grupos. El 43% aseguró que los contenidos se darán en plataformas digitales. Finalmente, sólo el 39% cree que la titulación o el diploma seguirán siendo importantes (26).

En la última parte se presentan algunas propuestas para ampliar y mejorar la actividad de los arquitectos, mostrando el avance que algunas universidades e institutos están realizando -utilizando nuevas tecnologías- para actualizar la enseñanza, la investigación y la práctica de la arquitectura y el diseño.

## **Notas.**

1. El hacha de mano se usó por el hombre más de un millón de años.
2. [slideshare.net/.../la-evolucion-de-la-tecnologa-10970976](http://slideshare.net/.../la-evolucion-de-la-tecnologa-10970976)
3. Castells M. (1999) *La Era de la información: economía, sociedad y cultura*. México, Siglo XXI
4. Castells M. (2002) *La dimensión cultural de Internet*. Universitat Oberta de Catalunya <http://www.uoc.edu/culturaxxi/esp/a...>
5. Estudio OECD.(1976) Angus Madison. *PIB por habitante*  
Bell, Daniel *The coming of Post-industrial society a venture in social forecasting*, Harmondsworth, Peregrine
6. Kurzweil (1999) *The age of the spiritual machines*. University of Michigan
7. McLuhan M. (1966) *Understanding media: the extensions of man*

- Nueva York, New American Library, p.viii
8. OECD. (2915) *The metropolitan century*.
  9. millennium-project.org *The future report* 2012, wfs.org
  10. Kurzweil Op. cit.
  11. millennium-project.org
  12. Nowak M. A. (2006) *Five rules for the evolution of cooperation*. Science, vol.314, no. 5805, December 8
  13. Weinstock M. (2010) *The architecture of emergence*. Sussex, J. Wiley, p. 269
  14. La Universidad de Stanford tiene ya programas educativos con ese objetivo. [dschool.stanford.edu/](http://dschool.stanford.edu/)
  15. World Economic Forum (2016) *The future of jobs report*. p.32
  16. Stanford University (2016) *Artificial intelligence and life in 2030*.
  17. Boström N. (2016) *Superintelligence*. Madrid, El País. 14 02, p.2-3
  18. Cortina A. / Serra M.A. (2016) *Humanidad: desafíos éticos de las tecnologías emergentes*. EIUNSA. Ediciones Internacionales Universitarias
  19. The New York Magazine (2016) *The great awakening*, dec. 18, p.65  
Conner-Simons A. MIT Computer Science & Artificial Intelligence Laboratory
  20. El País. (2016) *IBM crea un procesador cuántico*. Mayo 5
  21. Greenfield A. *Radical technologies*. Londres, Vers
  22. Institute without boundaries. (2003) *Massive change*. Londres, Phaidon Press
  23. [mobile.mit.edu/](http://mobile.mit.edu/)
  24. RIBA. (2010) *The future for architects*. Londres

25. [aia.org/practicing/aiab099351](http://aia.org/practicing/aiab099351)

26. WISE Survey: *School in 2030*. [wise-qatar.org/future-school-2030](http://wise-qatar.org/future-school-2030)

### ***3.2.Un principio de esperanza: nuevas tecnologías.***

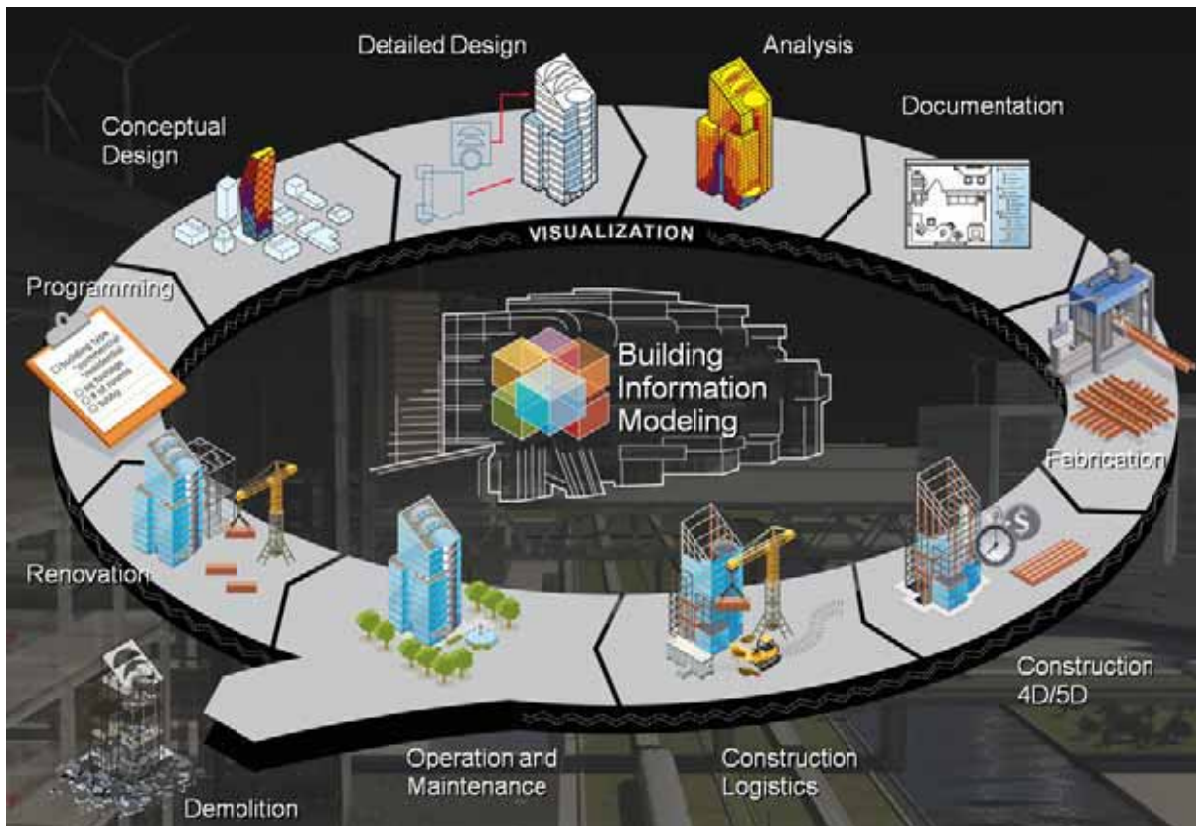


fig. 67. Ciclo de vida de un edificio, *Building Information Modeling* BIM.Autodesk

## Síntesis:

*Diversas alternativas para actualizar y avanzar la educación, la investigación y la práctica de la arquitectura, muestran que se han desarrollado utilizando las nuevas tecnologías disponibles. Ese proceso de actualización puede ser más factible en instituciones académicas, como la Universidad Autónoma Metropolitana en la División de Ciencias y Artes del Diseño (CyAD), que han definido claramente sus objetivos, estrategias y contenidos académicos.*

*Se ha enfatizado que las tecnologías no son neutras, porque han servido tanto para progresar, como para destruir; han tenido efectos positivos y negativos, y sus usos han sido ambivalentes, de manera que no se deben aplicar como remedio "mágico" para cualquier propósito. Se analizan algunas iniciativas que se han realizado recientemente en la enseñanza y en la práctica de la arquitectura. Esas alternativas han tomado en cuenta la participación de los arquitectos que se ha adaptado a las condiciones reales de la actividad inmobiliaria y de la industria de la construcción. Esa tarea sólo puede lograrse si se cuenta con una propuesta explícita, y un consenso que la haga posible. En el caso de la arquitectura se resumen las propuestas que han resultado más útiles, para definir tanto la enseñanza, como la investigación y práctica profesional.*



*Los programas para ligar el trabajo de las universidades con la práctica se han ampliado para incorporar también a la industria. Esa relación se ha dado en la actividad científica; pero en el caso de la arquitectura esa relación sólo se ha concretado en algunas universidades.*

*La manera más efectiva para investigar y aplicar avances tecnológicos en cualquier actividad ha sido la creación de Centros a nivel nacional, en universidades, o privados. Específicamente en arquitectura y diseño hay experiencias que han sido muy exitosas; que señalan la enorme importancia de las investigaciones aplicadas en la enseñanza y la práctica.*

*En un estudio reciente sobre las 200 mejores universidades del mundo, se señaló que su prestigio depende de la calidad de su docencia e investigación. Siete de las instituciones mejor clasificadas tienen programas de investigación aplicada en arquitectura y diseño; en Centros de innovación tecnológica, que se realiza mediante convenios con organismos públicos y privados.*

*Ante esos avances, se propone la creación de un **Centro de Diseño** en la Unidad Azcapotzalco de la Universidad Autónoma Metropolitana, tomando en cuenta los antecedentes, y los ejemplos internacionales recientes. Ese Centro interdisciplinar -en el que deberán participar las ingenierías y las ciencias básicas, biológicas y sociales- puede desarrollar material didáctico, programas y cursos de extensión universitaria, convenios de colaboración con instituciones públicas, privadas y con la industria. Además, tendrá que tomar en cuenta la estructura administrativa de la UAM. El propósito del Centro de Diseño UAM es realizar investigación aplicada en todas las actividades y escalas.*

*Por eso, es necesario, como lo planteamos al principio, volver al origen, a la raíz, para poder proponer alternativas importantes para la enseñanza y la investigación de la arquitectura y el diseño. Ese trabajo está por realizarse, por eso es necesario reiterar que la mayoría de esas alternativas y propuestas han surgido como resultado de la práctica y experiencia profesional de muchos arquitectos y diseñadores, para mejorar su trabajo, y para apoyar la formación de sus estudiantes. Esa será -necesariamente- una tarea colectiva, porque hay que recordar que: Si no eres parte de la solución, entonces eres parte del problema.*

En capítulos anteriores se mostró que, a pesar de los reiterados esfuerzos que se han hecho para modificar la enseñanza de la arquitectura, no se ha logrado un avance significativo salvo en algunos casos; aunque los sistemas y programas educativos deben -supuestamente- promover su actualización. En este subcapítulo se exponen diversas alternativas para actualizar y avanzar la educación, la investigación y la práctica de la arquitectura, mostrando diversas experiencias y propuestas. Se presentan también ejemplos de algunas escuelas de arquitectura que han avanzado en la aplicación de las nuevas tecnologías disponibles.

Se han analizado las causas por las que hay una oposición a la innovación en diversas actividades; y se ha visto que se mantiene hasta

que surgen innovaciones -disruptivas- que regularmente se imponen porque son más convenientes, económicas y simples (1).

Hay que tener en cuenta que lo importante es desarrollar la capacidad para evaluar críticamente el uso de las nuevas tecnologías, para poder elegir las mejores alternativas. Esa tarea es la que determina los avances más recientes y señala las posibilidades de aprovechar la investigación aplicada en todas las etapas de la actividad de los arquitectos y diseñadores. Sin embargo, es necesario reconocer que los arquitectos han perdido su papel protagónico y no han aprovechado los avances tecnológicos que en muchas otras profesiones se han realizado. Lo mismo ha sucedido, salvo algunas excepciones notables, en la investigación y en la docencia.

Como lo ha analizado el sociólogo Zygmunt Bauman, las sociedades occidentales se han transformado: y sus valores previsibles y perdurables, son ahora muy diferentes, y están caracterizados por la fluidez, la fugacidad, y lo indeterminado; donde cada individuo con una sensación de fragilidad e incertidumbre, debe integrarse en la sociedad sin una identidad definida y abierta al cambio permanente. Hasta hace poco tiempo, los egresados de las universidades fueron educados con la idea de que sus estudios les ayudarían a lograr un reconocimiento social, a base de esfuerzo y disciplina. Sin embargo, ahora no están preparados para actuar en un entorno de cambios acelerados, que requiere que se adapten a las actuales condiciones del mercado de trabajo, que se han transformado profundamente (2). Ante esa situación, algunas universidades han destacado que actualmente la característica más importante de un profesional ya no es su conocimiento sobre temas específicos, sino su habilidad para asimilar y manejar información, resolver problemas, e innovar con nuevas tecnologías.

Jordi Borja y Manuel Castells, han advertido que las tecnologías no son neutras porque han tenido efectos positivos y negativos, y sus usos han sido ambivalentes; de manera que no se deben aplicar como remedio "mágico" para cualquier propósito (3). La tecnología ha sido, y es usada para propósitos tanto positivos, como negativos; de hecho gran parte de los adelantos en las nuevas tecnologías se han canalizado para el diseño y producción de armas que constituyen una amenaza real y vigente para la vida misma de nuestro planeta. De manera que es preciso saber que no por ser nueva cualquier tecnología será positiva, en todo caso lo será si su aplicación contribuye a mejorar las condiciones de vida de la mayoría de la población, dotándola de mejores artefactos y mejores ciudades y edificios; y ese objetivo sólo será posible si se mejoran tanto los sistemas de enseñanza, como la práctica.

### ***Actualización de los sistemas académicos.***

En el caso específico de la educación y la investigación, el proceso de actualización de los programas pedagógicos puede ser más factible en instituciones universitarias que cuentan con una estructura más dinámica y que han definido claramente sus objetivos, estrategias y contenidos académicos. Ese es el caso de la Universidad Autónoma Metropolitana, y de la División de *Ciencias y Artes del Diseño* (CyAD). La publicación en CyAD de su modelo, objetivos, los medios o recursos didácticos -y sus contenidos- en las tres áreas del diseño, ha sido fundamental para que profesores y alumnos los tengan definidos. Además, se ha desarrollado un sistema de evaluación que permite la revisión del proceso educativo y sus resultados (4).

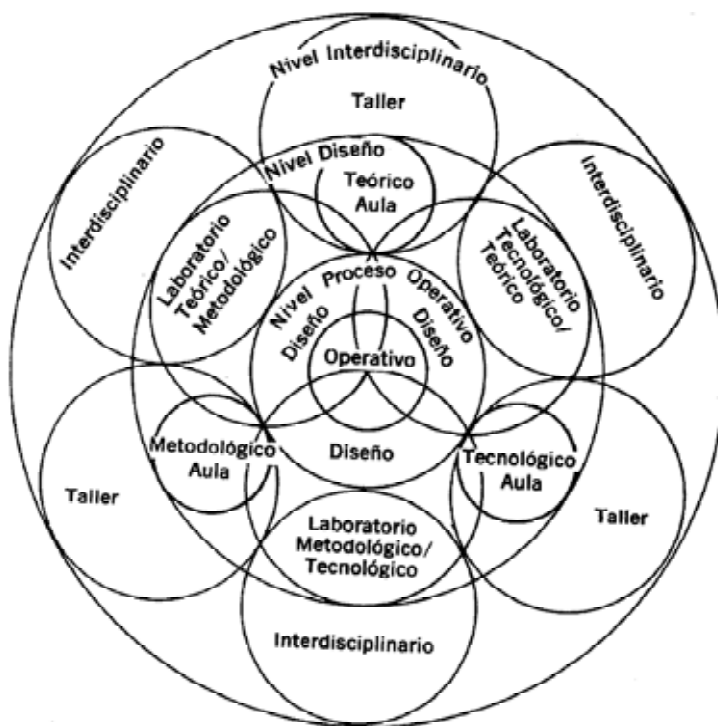


fig. 68. *Modelo pedagógico*. División Ciencias y Artes del Diseño, 1976

Por el contrario, en escuelas o facultades de arquitectura que tienen una organización tradicional es muy difícil que pueda actualizarse su estructura y objetivos, o que participen en proyectos interdisciplinares.

La creatividad o la innovación pueden ser motivadas por la necesidad, o la urgencia por resolver algo; y es precisamente eso -y la voluntad colectiva para hacerlo- lo que se requiere ahora para lograr la ampliación y actualización de las actividades de los arquitectos.

En este sentido, es significativa la reflexión del director de la escuela de *Arquitectura y Planeación Urbana* de Princeton sobre un futuro que ya nos alcanzó: en el que se requiere considerar el impacto de las

nuevas tecnologías, y el surgimiento de nuevos programas que requieren la participación de grupos de profesores y alumnos que investigan y diseñan soluciones en escalas que van, desde la ciudad, hasta sus componentes (5).

### ***Innovación de la enseñanza.***

Como se ha mencionado, para lograr una innovación en la enseñanza de la arquitectura, o del diseño, es necesario que se precisen claramente los objetivos, las estrategias, los medios o recursos didácticos y, finalmente, un sistema para evaluar lo que se propone lograr. Se necesita además definir a quién, cómo y qué evaluar; con la necesaria participación de autoridades, profesores y alumnos (6). Tomando en cuenta lo anterior, se presentan algunas iniciativas que se han realizado recientemente en la enseñanza y en la práctica de la arquitectura. No se pretende hacer una exposición exhaustiva, sino presentar las que han resultado más útiles. Esas alternativas han surgido, como se puede comprobar, tomando en cuenta la participación de los arquitectos que se ha adaptado a las condiciones reales de la actividad inmobiliaria y de la industria de la construcción.

Esa tarea sólo puede lograrse si se cuenta con una propuesta explícita, y un consenso de profesores que la haga posible. Afortunadamente se tienen valiosas experiencias que han logrado avances significativos, que pueden aprovecharse para integrar la enseñanza con la realidad de la práctica. Aunque todavía hay una fuerte resistencia a cambiar el *paradigma* vigente dentro de la profesión, que impide cualquier cambio significativo, más allá de los periódicos intentos de “maquillar” contenidos, sin que se transformen los objetivos y los recursos didácticos. Otra explicación para esa inercia puede ser la actitud de profesores que no tienen experiencia profesional como arquitectos, o los arquitectos que no tienen experiencia en la enseñanza y no se interesan por ella. Esta situación ha provocado que en muchas escuelas sea muy difícil lograr una relación productiva entre la enseñanza y la práctica profesional, que beneficie a ambas.

### ***Objetivos.***

Como se ha insistido en que la enseñanza es la preparación para la práctica profesional, todos los objetivos y contenidos didácticos deberían de estar orientados a ese propósito (7). Los ejemplos más notables que se han dado han avanzado por medio de la investigación aplicada, que incluye la experimentación, la observación o la simulación con modelos. Por eso es necesario que se promueva la investigación, que habitualmente los arquitectos no realizan, o no aplican en la enseñanza.

Algunas investigaciones y experiencias señalan que los objetivos didácticos más importantes son:

- Desarrollar proyectos de arquitectura y de intervención urbana, que permitan a los alumnos la actualización sobre casos de estudio de diversos tipos, mediante una práctica colectiva; integrando conocimientos y habilidades que les permitan participar en la práctica profesional real;
- Conocer procesos y materiales de construcción;
- Conocer el control, supervisión de proyectos inmobiliarios y obras;
- Conocer la operación y mantenimiento de edificios;
- Evaluar el impacto ambiental, económico y social de las obras de arquitectura y urbanas;
- Realizar un servicio social, que se relacione directamente con la práctica en áreas especializadas;
- Promover cursos educación continua, para que los profesionistas estén actualizados en los avances de la tecnología y los procesos administrativos que requieren en su trabajo diario;
- Promover posgrados; con proyectos interdisciplinarios;
- Recuperar la responsabilidad social del arquitecto, participando - desde la escuela- en problemas y proyectos reales, en la ciudad y en el país.

### ***Estrategias.***

Aunque es una verdad evidente, toda estrategia requiere de un *Plan* para poder alcanzar los objetivos que se proponen. El *Plan* debe ser explícito y claro; definiendo qué se quiere lograr, la ruta para lograrlo y con cuáles medios y recursos se cuenta (8). El *Plan* define y dirige las operaciones hasta llevarlas a su fin. Esa es una de tres facetas, las otras dos serían la táctica, que consiste en la correcta ejecución del *Plan* y de las acciones de los involucrados; y el tercer componente es la logística necesaria para mantener y asegurar la eficacia de la planeación. Esa estrategia implica necesariamente la evaluación de lo que se quiere realizar y sus resultados.

Para poder ejecutar cualquier plan educativo es necesario contar con profesores calificados, como lo ha enfatizado el Dr. Manuel Gil, director académico de *Educación Futura*, e investigador del Colegio de México: *La condición imprescindible y suficiente para acceder a la enseñanza, es un diploma que da fe de que quien lo que tiene, sabe. Esta certificación, obtenida en una institución de educación superior dedicada a esta formación de ninguna manera es trivial -no por saber se sabe enseñar- está ausente aún en los requisitos obligatorios para concursar por un puesto en el que la tarea docente será central* (9).

Esa situación se agrava por la falta de experiencia profesional de muchos profesores que, sin tenerla, son admitidos y reconocidos por el actual sistema de promoción en las universidades; sin embargo, la experiencia profesional de los profesores es indispensable en cualquier escuela para cumplir con eficacia su plan educativo.

Es precisamente con el *Plan*, sus objetivos y estrategias donde la mayoría de las escuelas de arquitectura tienen problemas: o porque simplemente no lo tienen, o porque tienen un sistema obsoleto, con una estructura rígida, y con profesorado sin experiencia que se mueve por inercia. Basta revisar las "soluciones" que se ha dado -reiteradamente- a la presión por actualizar o mejorar la educación en muchas escuelas de arquitectura para darse cuenta que como publicó el arquitecto Aguirre Osete, sus contenidos académicos demuestran que la estructura de los cursos y sus contenidos son prácticamente iguales desde hace mucho tiempo. En el caso del *Taller proyectos*, que es esencial en la formación, su funcionamiento y la relación profesor-alumno es la misma desde el siglo XIX (10). Sin embargo, es evidente que la situación actual es más compleja y diferente.

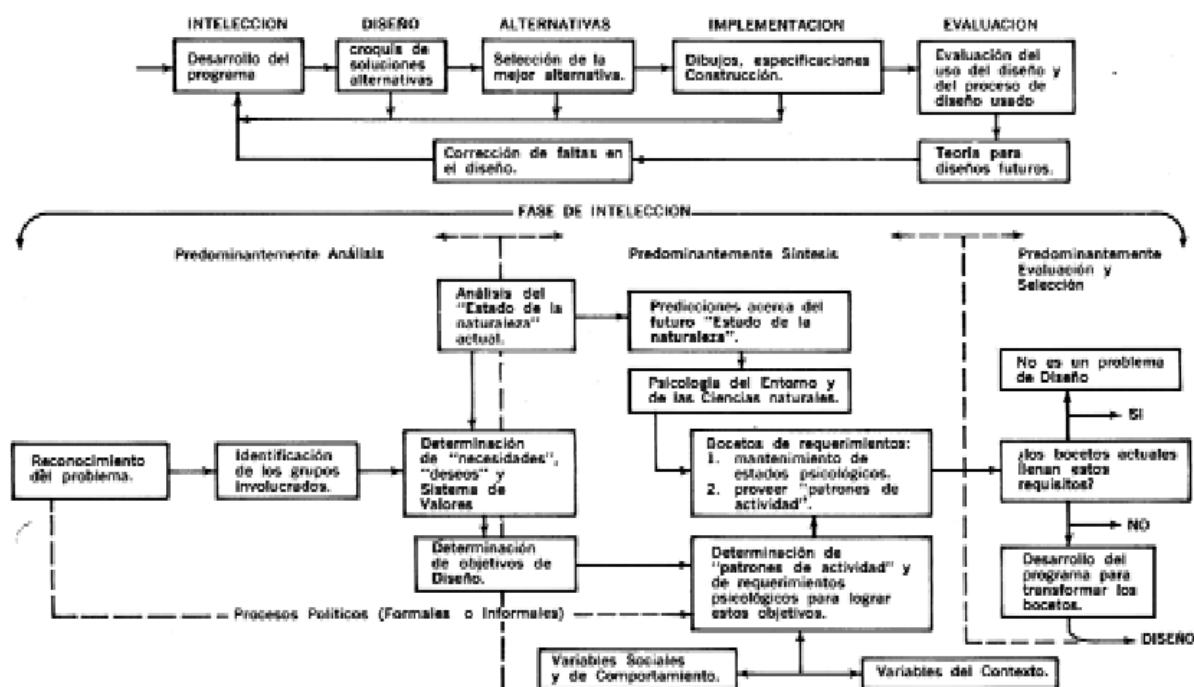


fig. 69. Modelo del proceso de diseño. CyAD, 1976

### Recursos didácticos.



A la táctica, hay que añadir los medios y recursos didácticos que se requieren. En este sentido son muy importantes las experiencias que ya se tienen en las tecnologías de enseñanza. Aunque es evidente que siempre se requerirá la participación activa de profesores calificados, el avance de los sistemas interactivos de educación por *Internet* hace que se pueda multiplicar la eficiencia y calidad de los cursos en línea, que deben ser impartidos por profesores calificados y con experiencia, que -además- pueden actuar como tutores de un mayor número de alumnos. El uso de esas tecnologías, que es aún incipiente, se ampliará significativamente en los próximos años si se les integra a la enseñanza personalizada (11).

Con este propósito es muy importante la experiencia de la *Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo* de la Universidad de Buenos Aires, del MIT y de otras universidades, que ya ofrecen cursos en *Internet* para preparar el ingreso de sus futuros alumnos, lo que permite evaluar su desempeño en periodos flexibles que les ayudan a lograr mejores resultados; sustituyendo así la aplicación de exámenes de admisión que rechazan a muchos postulantes (12).

### ***Sistema de evaluación.***

Para garantizar que el *Plan* funcione es fundamental también que se defina explícitamente a *quién, cómo y qué* evaluar; mediante un sistema para hacerlo objetivamente, que permita realizar las actualizaciones, o correcciones que se requieran. Ese proceso es especialmente importante en las actividades del diseño, incluida la arquitectura.

### ***Nuevas formas de enseñanza.***

En la práctica profesional se han producido avances muy importantes, que se han incorporado en algunas escuelas de arquitectura, con programas que se basan en la necesidad de relacionar el proceso de enseñanza-aprendizaje con la práctica. Esos avances señalan también la importancia de mejorar el modelo vigente -basado sólo en la interacción maestro-alumno- para incorporar la participación de todo el grupo de alumnos en el proceso de aprendizaje.

### ***Talleres de investigación y proyectos.***

Por sus características y resultados la propuesta de Diana Laurillard, del *Instituto de Educación* de la Universidad de Londres, es especialmente importante en la enseñanza de la arquitectura y el diseño. Ya que el mismo proceso de enseñanza se planteó como una

*ciencia* del diseño; de la que definieron sus requerimientos. Aunque se advierte que las tecnologías digitales aplicadas a la educación están iniciando aún su desarrollo, se presentó una tabla donde detalla su aplicación con fines pedagógicos (13). Laurillard analizó que el aprendizaje en grupo tiene características diferentes al que se realiza en los actuales *Talleres de proyectos*; y mencionó que una diferencia fundamental es la colaboración en grupo, que permite:

1º. Que cada alumno aproveche y participe en la interacción sobre los proyectos que desarrollan los demás,

2º. Que cada alumno aprenda del profesor, expresando sus observaciones sobre los proyectos, incluido el suyo.

3º. Que el grupo tenga una interacción continua, a medida que se desarrollan los proyectos.

Como el papel del profesor tiene que ser más activo, en esta propuesta se requiere que tenga experiencia en la práctica de su profesión para que pueda motivar al grupo con su participación, y para que cada alumno aprenda por medio de la colaboración con todos los miembros del grupo. La participación del profesor implica que:

1º. *Actúe como un coordinador* que define, planea, y organiza el tema a desarrollar en el *Taller de proyectos*; que guía la participación de los alumnos; y define también las características del proceso de diseño y los criterios que usará para la evaluación de los trabajos. Esa tarea requiere que investigue los antecedentes del tema o proyecto, y seleccione edificios ya realizados como antecedentes, para desarrollar los proyectos de sus alumnos. Su participación busca que el proceso sea de innovación, integrando el trabajo de cada alumno en el grupo.

2º. *Facilite la colaboración entre los alumnos* para que interactúen durante el proceso de diseño.

3º. *Supervise el desarrollo de los proyectos* en cada grupo pequeño.

4º. *Intervenga, interactúe y revise el avance de los proyectos* de cada grupo pequeño; promoviendo que se muestren a todos los alumnos, según se avance en el proceso de diseño.

5º. *Evalúe los avances de los proyectos*, comentando con el grupo las dificultades y logros en el desarrollo de cada proyecto; y que realice la evaluación final, con criterios que previamente haya definido.

El problema en la aplicación de este modelo es que actualmente los profesores no están acostumbrados a realizar ese trabajo, porque les demanda mayor atención, preparación y participación. Como se requiere -además- que el profesor tenga experiencia profesional en el desarrollo de proyectos ejecutivos que se hayan construido, no es fácil que se consigan esos maestros. Otra dificultad es que el modelo actual en el *Taller de proyectos* sólo promueve la interacción entre alumno y profesor, sin que el resto del grupo participe; con lo que se pierde la

oportunidad de un aprendizaje colectivo. Aunque hay algunos profesores que intentan realizar un trabajo en grupo, su esfuerzo es individual y no logra modificar el modelo vigente.

Es importante mencionar también la reciente evaluación del arquitecto inglés Peter Buchanan, que señala la necesidad de desarrollar nuevas formas de enseñanza: *La educación en arquitectura está aún alineada para producir genios solitarios, en lugar de colaboradores que puedan coordinar y realizar decisiones importantes... Actualmente hay la necesidad de cursos que revaloren los antecedentes arquitectónicos, con una visión sobre las lecciones que hay que aprovechar. Tales cursos sólo pueden ser impartidos por arquitectos con una comprensión más completa y pragmática de la arquitectura, que el de la mayoría de otros profesores... La arquitectura se está haciendo gradualmente más complicada y enfrentamos tiempos difíciles que requieren de nuevas y más amplias habilidades y modos de pensamiento (14).*

Otra experiencia valiosa de participación colectiva es el *Programa de investigación sobre la práctica*, desarrollado en la *Universidad de Tecnología y Diseño*, de Melbourne, Australia. El modelo asegura que los participantes mantengan y extiendan su participación tanto en el *Taller de proyectos*, como en los programas de investigación de la escuela de arquitectura. La universidad tiene el nivel de doctorado desde 2001, y cuenta con el apoyo del Programa *Marie Curie*, en el que participan varias Universidades (15). El programa invita a participar a arquitectos con una práctica de por los menos 7 años, para que se integren a un *Taller* que dirige un maestro reconocido. La propuesta busca integrar la práctica real y la experiencia profesional de los arquitectos; además se organizan seminarios abiertos a los estudiantes, para mostrar ante un jurado los avances del *Taller* y sus investigaciones.

La investigación se realiza en el *Taller de proyectos*, sobre la práctica de los arquitectos participantes; donde se exploran sus temas y propuestas de trabajo, identificando su proceso de diseño. Ese trabajo se realiza también en las oficinas de los arquitectos participantes. El proceso termina con el diseño de una exhibición de los trabajos y las investigaciones realizadas, apoyada con un catálogo, grabaciones y un CD para consulta (un evento similar se realiza también -cada trimestre- en la División de *Ciencias y Artes para el Diseño* en la UAM-A).

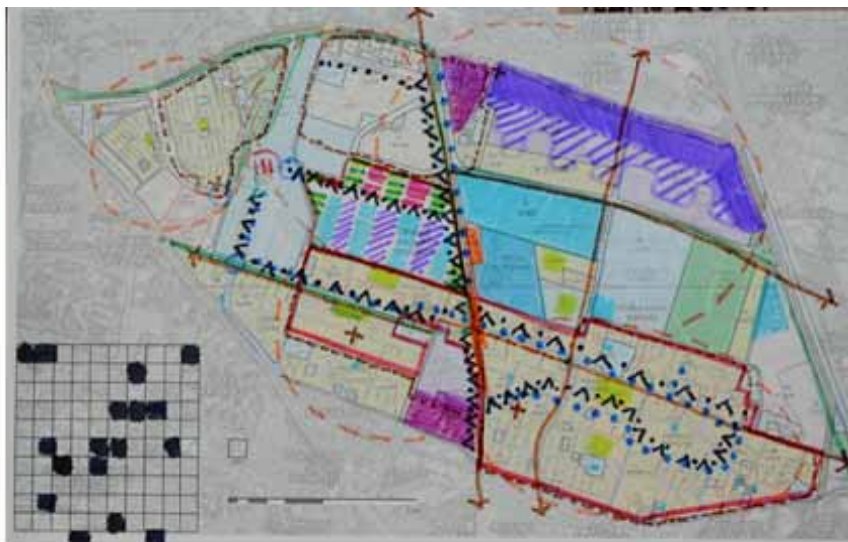
Como se ha mencionado, las escuelas de arquitectura y de diseño más avanzadas han modificado su sistema de enseñanza contratando a reconocidos profesionales que desarrollan, en talleres y con la participación de sus alumnos, obras o investigaciones. Son de hecho, verdaderos laboratorios que se distinguen por su carácter experimental y por el trabajo con grupos interdisciplinarios. Muchos de los arquitectos participantes tienen experiencia profesional y posgrados, que integran en su participación en el *Taller de proyectos*.

A partir de esas experiencias se ha comprobado el enorme potencial de ese enfoque. Algunos ejemplos importantes se han realizado en: la *Architectural Association, Bartlett, Harvard Graduate School of Design, MIT*, y en las universidades de *Cornell, Princeton y Yale*, por citar algunas. Sin embargo, hay que señalar que esos programas se pueden realizar con más facilidad en escuelas donde las áreas de arquitectura y diseño están integradas.

En el *University College* de Londres, la escuela de arquitectura *Bartlett* es una de las más importantes en Inglaterra. Su programa *Design through research*, iniciado en 1990 por Peter Cook, del grupo *Archigram*, se centró en el diseño por medio de la investigación. El sistema ha enfatizado el trabajo colectivo, en grupos dirigidos por un arquitecto con práctica profesional reconocida. Cuentan con programa de conferencias que ha tenido cerca de 480 participantes, algunos a los que también se invitó como profesores visitantes para elevar el nivel de la escuela. Para realizar cualquier proyecto de arquitectura se enfatiza la importancia del dibujo manual, como medio para comunicar ideas; y la investigación aplicada, que incluye la incorporación de procesos tecnológicos en la construcción. Actualmente *Bartlett* es considerada la escuela de arquitectura con el mejor nivel de investigación en Inglaterra; especialmente en sus 15 posgrados (16).

En una reunión celebrada por las escuelas de arquitectura de las universidades de *Cornell, Harvard y Princeton* en 2012, se presentó un panorama detallado sobre la evolución de la enseñanza desde 1990 y se señaló: *Actualmente, el diseño debe dar una fuerte atención a los aspectos pragmáticos de uso, fabricación y distribución, tanto como a la creatividad e innovación. En muchos casos, se emplean nuevas tecnologías y, en otros, los principios de diseño son básicos y simples, y la innovación se enfoca a la construcción y distribución, para sacar ventaja de la interconectividad global* (17).

La *División de Ciencias y Artes del Diseño-Azcapotzalco* ha realizado seminarios y cursos de trabajo interdisciplinario para desarrollar proyectos con profesores invitados y alumnos; un ejemplo son los realizados sobre *Geo-Diseño*, con la participación de la *Harvard Graduate School of Design*. Carl Steinitz aclaró que: *proyectar una transformación del territorio no puede ser una actividad individual, al contrario, es un esfuerzo de equipo que incluye diversos participantes del mundo profesional de las ciencias del territorio y del proyecto* (18).



## MASTER PLAN FOR THE IMPROVEMENT OF THE URBAN ENVIROMENT OF UAM AZCAPOTZALCO

A GEODESIGN WORKSHOP AT UAM AZCAPOTZALCO January 23, 2014

Carl Steinitz, Tess Canfield, Aníbal Figueroa, Israel Tovar

fig. 70. Steinitz C. *Taller de GeoDesign*

### ***Laboratorios de diseño.***

El trabajo en laboratorios, que es fundamental en el desarrollo científico, no existe en la mayoría de las escuelas de arquitectura; aunque si hay experiencias en diseño industrial, por su estrecha relación con los procesos de fabricación. Sin embargo, hay antecedentes muy importantes del valor de esas investigaciones, y su utilidad práctica, que integra actividades de arquitectura y diseño industrial.

En 1912, Christine Frederick fundó un laboratorio en Nueva York para hacer más eficiente el diseño y mobiliario de las cocinas. Su investigación le permitió establecer especificaciones y medidas, acabados, y recomendaciones, que publicó en 1915 (19).

Esas investigaciones aplicadas se realizaron también en Alemania durante los años veinte del siglo pasado, para ofrecer una respuesta a la crisis económica de la posguerra. La necesidad de construir viviendas para la reconstrucción de ciudades y poblados provocó que se modificaran los criterios de diseño, incluyendo los conjuntos urbanos, la vivienda y sus espacios interiores. Se intentó utilizar el mínimo de espacio, con el máximo de confort y eficiencia. *Existenzminimum*- fue el criterio que el arquitecto Ernst May aplicó en Frankfurt con un éxito notable. Una investigación realizada por Alexander Klein es aún ejemplo de rigor metodológico y creatividad en los modelos que propuso para vivienda, y el diseño de la cocina mínima. Otro ejemplo fue el



extraordinario prototipo de la cocina *Frankfurt*, diseñada por la arquitecta austríaca Grete Schütte-Lihotsky, de la que se fabricaron más de 10,000 unidades (20).



fig. 71. Prototipo de la cocina *Frankfurt*, 1926

Durante la crisis de los años treinta del siglo pasado en Norteamérica, el arquitecto F. L. Wright diseñó los prototipos de las casas *Usonianas* (1932-1959), y desarrolló un tipo compacto de vivienda, para ofrecer una solución económica y funcional. Desarrolló la cocina "integral" (*workplace*) a partir de la investigación de los movimientos que se realizan en su interior, para determinar las medidas y las características del mobiliario; y lo mismo hizo con el amueblado de la casa, que se integraba a los muros (21). Actualmente, la *National Kitchen & Bath Association* publica recomendaciones para diseño, que incluyen normas de accesibilidad (22).

Con eso ejemplos se hace evidente que las escuelas de arquitectura que cuenten con laboratorios o talleres para realizar prácticas tienen mayores posibilidades de lograr que se integren en el desarrollo de proyectos; algo que actualmente no es factible para la mayoría.

### ***Relación entre las escuelas, la práctica profesional y la industria.***

Los programas para ligar el trabajo de las universidades con la práctica se han ampliado, para incorporar la participación de la industria. Esa relación se ha dado en la actividad científica, que ha avanzado en algunos países con el apoyo de becas y recursos para



promover la investigación aplicada. En el caso de la arquitectura esa relación sólo se ha concretado en pocas universidades. Un ejemplo notable es el *Centro de investigación Leslie Martin*, de la escuela de arquitectura en la Universidad de *Cambridge* (23). El centro fue fundado en 1967 y ha desarrollado gran cantidad de estudios e investigaciones (*Cambridge DesignResearch Studio*) con profesores y alumnos de posgrado, sobre sustentabilidad, transporte, materiales, estructuras, mantenimiento y desempeño de los edificios. Los cursos se estructuran en dos etapas: en la 1a. se analizan los aspectos culturales, técnicos y teóricos de cada tema, que se someten a pruebas para realizar un proyecto, con un reporte escrito. En la 2a. hay un trabajo en campo en el que se examina el proyecto, su impacto en el contexto y las reconfiguraciones que requiere para ser viable. Los programas son interdisciplinarios y se realizan con la colaboración de otras universidades.

En el *Instituto de Diseño* de la Universidad de *Stanford* han integrado a otros profesores de administración, educación, humanidades, ingeniería, leyes, medicina, y ciencias para involucrar a los estudiantes en el desarrollo de procesos creativos para solucionar todo tipo de desafíos o problemas, por medio de grupos de trabajo, y con una metodología de diseño (*Design-thinking*). Ese trabajo en grupo ofrece soluciones creativas a la industria, y a diversas compañías y organizaciones (24).

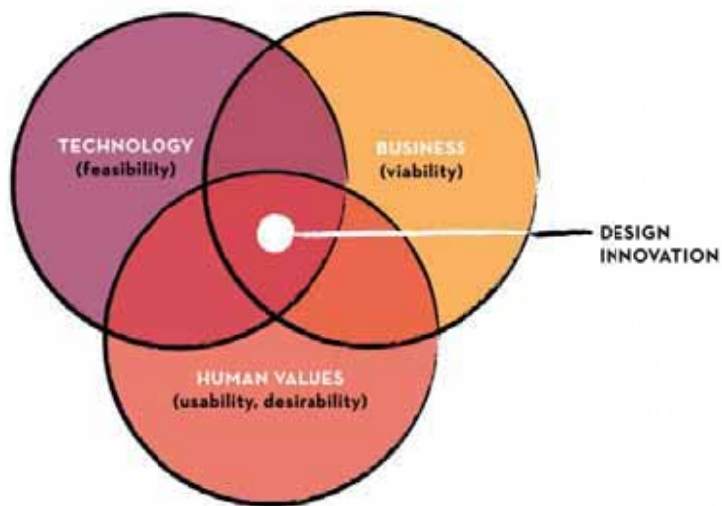


fig. 72. Universidad Stanford. Innovación por medio del diseño

Otra experiencia, basada en trabajo sobre casos reales, ha sido desarrollada por profesores de la *Architectural Association*, desde la fase de proyecto hasta la de construcción, donde se trabaja sobre la relación entre los materiales y los procesos constructivos. Con prototipos

desarrollados mediante tecnología digital han realizado experimentos con maquetas en laboratorios y talleres industriales: *Creemos que los cambios más importantes en diseño ocurren cuando se aplican nuevas tecnologías y procesos de fabricación de forma nueva y diferente. Hemos rechazado el formalismo producido por programas de computación y usamos tecnología de herramientas laser para cortar doblar y perforar materiales en la fabricación de prototipos. Esto es el reverso del proceso del diseño usual; el punto de partida es el material que nos lleva a las pruebas en el laboratorio y al desarrollo de los prototipos. Nuestro trabajo tiene ahora tres actividades: la práctica en obras, la investigación, y el trabajo académico. Ese cambio es fundamental, porque permite una integración entre la escuela, la práctica y la actividad constructiva que, en la mayoría de las escuelas no se tiene; ya que en muchas no se reconoce -con el actual sistema de promociones- la experiencia profesional de los profesores* (25).

En la Universidad de *Yale* -en la escuela de arquitectura- se han realizado proyectos y prototipos de edificios, autos, lanchas, lámparas y mobiliario que, siendo muy atractivos, dejan ver que la aplicación de nuevas tecnologías muchas veces se reduce a privilegiar aspectos visuales y formales (26). Otra propuesta es la del MIT, con el trabajo de su *Media-Lab* fundado por Nicolás Negroponte en 1985 en la escuela de *Arquitectura y Planeación*; que ha sido una poderosa influencia en el desarrollo de proyectos interdisciplinarios. Uno de los más recientes es *Evolution by design*, sobre la invención por medio de la biología, el diseño y la tecnología(27).

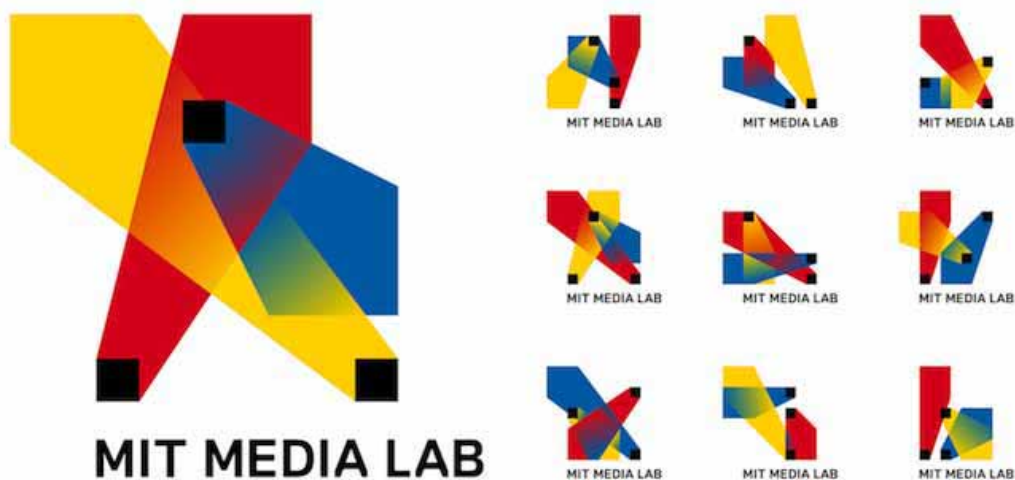


fig. 73. *MediaLab*, MIT

El actual director of the MIT *Media-Lab*, Joichi Ito, declaró que el futuro del *Media-Lab* era conectar a la ciencia con el diseño; para explorar no sólo el diseño de la ciencia, sino también la ciencia del

diseño: ...en un mundo que está cambiando rápidamente, el arte, la ciencia, el diseño y la ingeniería, que desde hace tiempo sólo se enfocan a sus propias áreas, no deben explorarse aisladamente, sino de manera colectiva, con la esperanza de promover descubrimientos y progreso...a diferencia del pasado, cuando había una clara diferencia entre cosas que representaban lo artificial, y las que representaban lo orgánico, lo cultural y lo natural, parece que ahora la naturaleza y lo artificial se están mezclando (28).

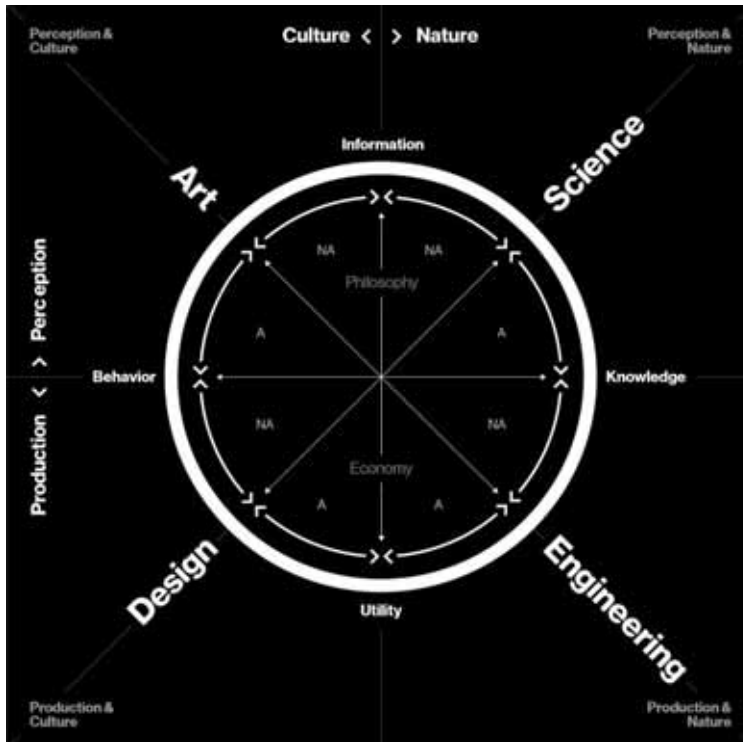


fig. 74. Oxman N. MIT *Media-Lab*. 4 modalidades de la creatividad: arte, ciencia, diseño e ingeniería.

La actitud anti-disciplinar del *Media-Lab* abre nuevas conexiones entre la ciencia y el diseño fomentando la colaboración, para romper las barreras entre disciplinas académicas tradicionales. A partir de 2016 *Media-Lab* publica el *Journal of Design and Science*, en el que presentan sus avances y donde los lectores pueden participar -vía internet- con comentarios sobre el contenido de los artículos de la revista.

En Nueva York, en la *Parsons School of Design*, se ha unido la investigación y la práctica interdisciplinaria con una visión crítica en la que concurren las áreas de humanidades y ciencias sociales de la universidad *New School*. Actualmente esa escuela tiene las obras en arquitectura y diseño más integradas con otras disciplinas (29).

Sin embargo, la experiencia más importante por su escala e impacto, es la que se desarrolla actualmente en China, donde el gobierno está concretando un nuevo enfoque para estimular la calidad del diseño y la innovación como factor clave para desarrollar productos. La evidencia se manifiesta en el incremento de nuevos programas educativos, colaboraciones internacionales, la actualización del sistema educativo y la renovación y construcción de escuelas de diseño; en universidades e institutos que sumarán 400, para convertir la región del delta del Río Yang-tze, en el principal centro de diseño de productos a nivel mundial (30).

### ***Centros de investigación y aplicación de nuevas tecnologías.***

Aunque internacionalmente la relación entre las universidades, los gobiernos públicos, las instituciones privadas, o la industria tiene avances notables en importantes escuelas de arquitectura y diseño de enorme prestigio, en México la mayoría de las escuelas no han logrado esa interrelación, que evidentemente las beneficiaría. Hay casos aislados de convenios entre universidades con gobiernos, o con compañías privadas, pero son excepciones y no resultado de una política académica. Resulta paradójico que en los programas escolares se insista en resolver problemas reales y socialmente relevantes, y que no se tenga una forma explícita y clara para que la universidad pueda cumplir ese objetivo.

La evidencia muestra que la manera más efectiva para investigar y aplicar avances tecnológicos en cualquier actividad ha sido la creación de *Centros* nacionales, en universidades, o privados. Ante esa situación, en algunos países se han desarrollado *Centros o Grupos interdisciplinarios* que a nivel de posgrado promueven, investigan y desarrollan proyectos de innovación para resolver problemas o plantearlos a instituciones extrauniversitarias; como lo hacen también escuelas de arquitectura y diseño muy reconocidas (31). Hay experiencias que han sido muy exitosas; un caso ejemplar es el *Design Council* inglés, creado en 1944, que asesora a las universidades, el gobierno e industria y que, desde 2011, ofrece también asesorías en diseño del entorno. En Barcelona el *Centro de Diseño* BCD funciona desde 1973 y fue el primero en España. Posteriormente han surgido otros similares en diversas partes de Asia, Europa, y Norteamérica (32).

En un estudio reciente sobre las 200 mejores universidades del mundo, se señaló que su prestigio depende de la calidad de su docencia e investigación. Siete de las instituciones mejor clasificadas tienen programas de investigación aplicada en arquitectura y diseño, en *Centros* de innovación tecnológica, mediante programas de colaboración con organismos públicos y privados (33).

### ***Centros de investigación de arquitectura.***

Un extraordinario avance en la investigación aplicada sobre arquitectura ha sido la creación de 95 Centros, en 57 escuelas que forman el consorcio *ArchitecturalResearch Centers*, que publica la revista *Enquiry*. Otro es la red ARENA, que se estableció en 2013 y reúne 30 escuelas europeas y publica la *Revista Europea de Investigación en Arquitectura*; la revista *Places*, publicada por las universidades de Berkeley y MIT, con la participación de otras 28 universidades; y el reciente *Journal of technology, architecture+design*.

Un artículo en la revista *Enquiry* definió la situación actual de la investigación en arquitectura y sus objetivos: *¿Quiénes son actualmente los líderes en la investigación sobre arquitectura? Se puede decir que son los profesionistas o académicos que está analizando los diversos retos que enfrenta la profesión y que responden formulando sistemas, productos o diseños innovadores... La investigación en arquitectura es hoy una tarea compleja y multi, e interdisciplinaria. El campo de esta investigación abarca desde la ingeniería y las ciencias naturales, a las sociales, la economía, el arte y las humanidades. Los retos incluyen la sostenibilidad ambiental, el cambio rápido de la tecnología, la diversidad de los usuarios y la creciente complejidad de los proyectos arquitectónicos. En esta conferencia surgió la necesidad de contar con: 1. Modelos efectivos de liderazgo en la academia y la profesión, 2. La colaboración entre ellos, 3. Un mayor consenso en la definición de la investigación en arquitectura, sus métodos y herramientas, 4. El desarrollo de políticas, objetivos y recursos para la investigación y 5. Aumentar los medios de acceso y difusión de las investigaciones realizadas (34).*

En esos centros de investigación aplicada, y en sus laboratorios, se realiza actualmente el avance más valioso en arquitectura y diseño. Regularmente están dentro de universidades y escuelas que los han integrado a sus estructuras, en grupos interdisciplinarios. Mohsen Mostafavi, director de la *Harvard Graduate School of Design* ha declarado recientemente: *Si queremos planear mejores futuros, necesitamos crear nuevas estructuras organizativas, nuevos patrones y formas de colaboración. Si queremos repensar el presente, necesitamos recalibrar constantemente la relación entre la tradición y la innovación. Entre el conocimiento y la imaginación (35).*

Sin embargo, a pesar de algunos ejemplos valiosos, en México todavía no hay suficiente investigación en arquitectura, ni se le apoya y reconoce por las instituciones que la promueven. Un ejemplo valioso es la publicación de la revista de investigación *Academia XXII*, de la Facultad de Arquitectura de la UNAM (36). Sin embargo, al inicio del



*Sistema Nacional de Investigadores* (1982), sólo se incluyó a la arquitectura como parte de la ingeniería; y desde entonces los reconocimientos que se otorgan para investigaciones en arquitectura, tienen poca aplicación en la práctica. En el *CONACyT* no se reconoce aún al diseño como una actividad que es fundamental en países desarrollados, y los posgrados en arquitectura y diseño aún no son significativos en su sistema; aunque hay abundante evidencia internacional -como se mencionó en el caso de China- y de su importancia para promover las actividades económicas y sociales.

### ***Centro de Diseño UAM.***

Como se mencionó al principio de este subcapítulo, el modelo pedagógico de la *División de Ciencias y Artes del Diseño* de la Universidad Autónoma Metropolitana, integró las actividades del diseño y creó la plaza de profesor-investigador; lo que ha permitido -desde 1975- contar con investigaciones que a partir de 1994, han reforzado los niveles de posgrado. Evidentemente esa investigación debe servir para relacionar a la universidad con su entorno metropolitano y nacional, y también para apoyar sus licenciaturas y cursos de educación continua. Las maestrías y doctorados realizan investigaciones que deben aportar innovaciones en las que es necesaria la participación inter-disciplinaria. Ese nivel de especialización es donde se están realizando los más importantes avances en arquitectura y diseño, y es también donde la aportación de la División de CyAD será más valiosa en el futuro.

Con esos antecedentes, y los ejemplos internacionales recientes, se propone la creación de un **Centro de Diseño** en la *División de Ciencias y Artes del Diseño* de la Unidad Azcapotzalco. Ese *Centro* interdisciplinar -en el que deberán participar las ingenierías y las ciencias básicas, biológicas y sociales- puede desarrollar material didáctico, programas y cursos de extensión universitaria; además de realizar convenios de colaboración con instituciones públicas, privadas y con la industria, y promover la investigación aplicada que ya se tiene - que será aún más importante en el futuro. La integración del trabajo de arquitectos e ingenieros, en el *Centro de Diseño* hará posible la realización de proyectos de *arquingeniería*, que pueden ser completados con la participación de biólogos y sociólogos; y que señalan el surgimiento de una nueva disciplina (37).

Para hacer posible el *Centro de Diseño* es necesario definir sus objetivos, estructura y funcionamiento, que deberá integrar a profesores y alumnos de las carreras, maestrías y doctorados de la División de *Ciencias y Artes para el Diseño*, tendrá que tomar en cuenta la estructura administrativa de la UAM, y deberá integrar la



investigación en talleres y laboratorios para su aplicación práctica. Puede ser también un *Programa* que permita captar recursos externos para realizar y difundir sus investigaciones (38).

### ***Tareas del Centro de Diseño.***

El propósito básico de un *Centro de Diseño* es realizar investigación aplicada en todas las actividades y escalas del diseño; dentro de las cuales, como se señaló en el 1er. capítulo, está la arquitectura. Si se toman en cuenta esas actividades es evidente que comprenden todas las clasificaciones, especializaciones y escalas; siendo la más grande de las ciudades y sus componentes y, secuencialmente, la arquitectura, y los artefactos; incluidos los materiales e inmateriales. El diseñador Gui Bonsiepe ha analizado la evolución y la importancia de las actividades de estos Centros en Latinoamérica (39).

Un *Centro de Diseño* necesita la participación de un equipo interdisciplinar de diseño y también de otras disciplinas para desarrollar sus proyectos. El surgimiento del *Diseño Interdisciplinario* o inclusive *Transdisciplinario*, es la posibilidad de integrar actividades -incluida la arquitectura, la ingeniería, y otras que hasta ahora están separadas; y revela la necesidad de pasar de procesos lineales, a no-lineales, que permitan realizar proyectos y obras ambiental, económica y socialmente relevantes; como la propuesta del Dr. Sánchez de Antuñano para los posgrados de la UAM-Azcapotzalco (40).

### ***a. Evaluación de edificios.***

Lo que no se ha podido avanzar en la práctica de la arquitectura, o en la enseñanza, ha tenido que realizarse ante la presión de los promotores y constructores, que buscan la máxima eficiencia en las obras construidas y su mantenimiento. Además, la enorme cantidad de errores en el diseño de edificios ha promovido sistemas de evaluación cada vez más completos. El arquitecto inglés Saint John Wilson ha enfatizado que: *Entre más cerca esté el propósito del edificio de cumplir con una función física definible, será más simple definir su uso y evaluar su eficiencia. Por el contrario, entre más cerca esté su propósito de lo simbólico y metafísico, será más complejo evaluar objetivamente sus méritos y adecuación*(41).

Una evaluación importante se realizó en 2,000 unidades médicas del *Instituto Mexicano del Seguro Social* (1997-2000); que ha sido la

primera y única completa en 58 años. El diagnóstico de cada unidad médica se concentró en una sola página que tiene más de 750 datos, y

una clave de 3 colores que facilita la rápida evaluación de la información

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

COORDINACIÓN DE CONSTRUCCIÓN, CONSERVACIÓN Y EQUIPAMIENTO

UNIDAD DE PROYECTOS

REGION : OCCIDENTE.

H.G.Z. / M.F. No. 10

Inicio de Operación: 14 / 02 / 1981

Sup.Cubierta Construida: 12,800 M2

No. UMF's que Concurren:

Fecha última Ampliación ó Remod.

Total de Personal:

Delegación: COLIMA.

Localidad: MANZANILLO , COL.

Dirección: KM. 9.5 Carretera Manzanillo - Barra de Navidad.

Sup del Terreno: 26,503 M2

No Niveles: 4

No Cuerpos: 4

Total de Camas Censables: 50

Clima: Atliplan( )

Alt: Tropical( X )

Tropical( )

Extremo( )

Paramédico

Advo.

Conserv y Serv Básicos

LOCAL

Cantidad

M2

Espacios

Factibilidad

M

P

F

V

T

H

E

A

M

E

ACABADOS

Instalaciones

Mob. y Equipo

CONSULTA EXTERNA.

1.-Cons. Especialidades

2.-Cons. Medicina Familiar

3.-Otros Consultorios

4.-Farmacia

5.-Archivo Clínico

URGENCIAS.

6.-Cub. Curaciones y Valoración

7.-Cub. Observ. Adultos

8.-Cub. Observ. Pediátrica

AUXILIARES DIAG. Y TRATAM.

9.-Salas Rayos "X"

10.-Sala de Tomografía Axial C.

11.-Salas de Ultrasonido

12.-Secc. Laboratorio

13.-Tomas de Muestras de Laboratorio

14.-Salas Cirugía

15.-Salas Expulsión

16.-Cent. de Equipos y Esterilización

ADMISSION Y ALTAS.

17.-Cirug. Ambu y Puer. B.R. (cubic.)

HOSPITALIZACIÓN.

18.-Hospitalización Adultos

19.-Hospitalización Pediátrica

20.-Terapia Inten. Adultos (cubic.)

21.-Terapia Inten. Pediátrica (cubic.)

MEDICINA FISICA

22.-Cub. de Medicina Fisica

GOBIERNO.

23.-Gobierno y Administración

24.-Enseñanza (aulas y auditorio)

SERVICIOS GENERALES.

25.-Baños y Vestidores

26.-Almacén

27.-Ropero

28.-Dietología

29.-Lavandería

30.-Escaleras

31.-Elevadores

32.-Casa de Maquinas

33.-Talleres Conservación

34.-Subestaciones

AREAS EXTERIORES.

35.-Estacionamiento

36.-Áreas Verdes

37.-Áreas Grises

\* ACABADOS: M = Muros; P = Pisos; F = Plafones; V = Ventanas; T = Puertas.

\* MOBILIARIO Y EQUIPO: M = Mobiliario, E = Equipo.

\* INSTALACIONES: H = Hidráulica y Sanit; E = Eléctrica, A = Aire Acond.

\* EN ESPACIOS: Calificar así: S = Suficiente, A = Adaptado, D = Requiere Modificación, I = Requiere Ampliación.

\* EN FACILIDAD PONER SI O NO SE PUEDE AMPLIAR MODIFICAR.

\* EN MOBILIARIO Y EQUIPO E INSTALACIONES calificar así: B = Bueno, R = Regular, C = Requiere Cambio; N = Incompleto.

BIEN

REGULAR

MAL

Dr. LUIS MENDOZA T.

DIRECTOR DE LA UNIDAD

UC. JORGE A. HURTADO RAMOS

JEFE DE CONSERVACIÓN DE LA UNIDAD

\* ACABADOS: M = Muros; P = Pisos; F = Plafones; V = Ventanas; T = Puertas.  
 \* MOBILIARIO Y EQUIPO: M = Mobiliario, E = Equipo.  
 \* INSTALACIONES: H = Hidráulica y Sanit.; E = Eléctrica; A = Aire Acond.  
 \* En ESPACIOS: Calificar así: S = Suficiente, A = Adaptado, D = Requiere Modificación, I = Requiere Ampliación.  
 \* En FACILIDADES poner SI ó NO se puede ampliar/modificar.  
 \* En MOBILIARIO Y EQUIPO E INSTALACIONES calificar así: B = Bueno; R = Regular; C = Requiere Cambio; N = Incompleto.

BIEN  
REGULAR  
MAL

Dr. LUIS MENDOZA T.  
DIRECTOR DE LA UNIDAD

LIC. JORGE A. HURTADO RAMOS  
JEFE DE CONSERVACIÓN DE LA UNIDAD

fig. 76. Tabla del diagnóstico de Unidades Médicas del IMSS.

Esa evaluación permitió conocer rápidamente el estado de conservación de cada unidad médica y reveló los principales problemas

en su mantenimiento. Además, se detectaron problemas comunes que permitieron presupuestar y calendarizar las actividades de mantenimiento, y cambio de equipos; logrando así importantes ahorros en recursos y tiempo.

La necesidad de tener mayores ahorros y mejor eficiencia en la operación y mantenimiento de los edificios ha causado que se desarrollen programas electrónicos para evaluar objetivamente esos costos. Si antes los graves errores de muchos edificios se justificaban con argumentos subjetivos, ahora y de manera más rigurosa se exige que cualquier edificio de cierta importancia cumpla con normas y reglamentos que hacen más eficiente su diseño y operación. Un ejemplo, es la certificación LEED, que es uno de los sistemas para aumentar la eficiencia energética de los edificios y reducir su impacto en el medio ambiente.

Para la evaluación del desempeño, costo, eficiencia y mantenimiento de los edificios se han desarrollado también avances, utilizando nuevas tecnologías digitales. Esos trabajos se realizan, con criterios previamente seleccionados (ambientales, utilitarios, constructivos, estéticos, sociales, etc.), en las obras, o con el auxilio de planos, programas electrónicos, y modelos o maquetas de los proyectos que se someten a diversas pruebas.

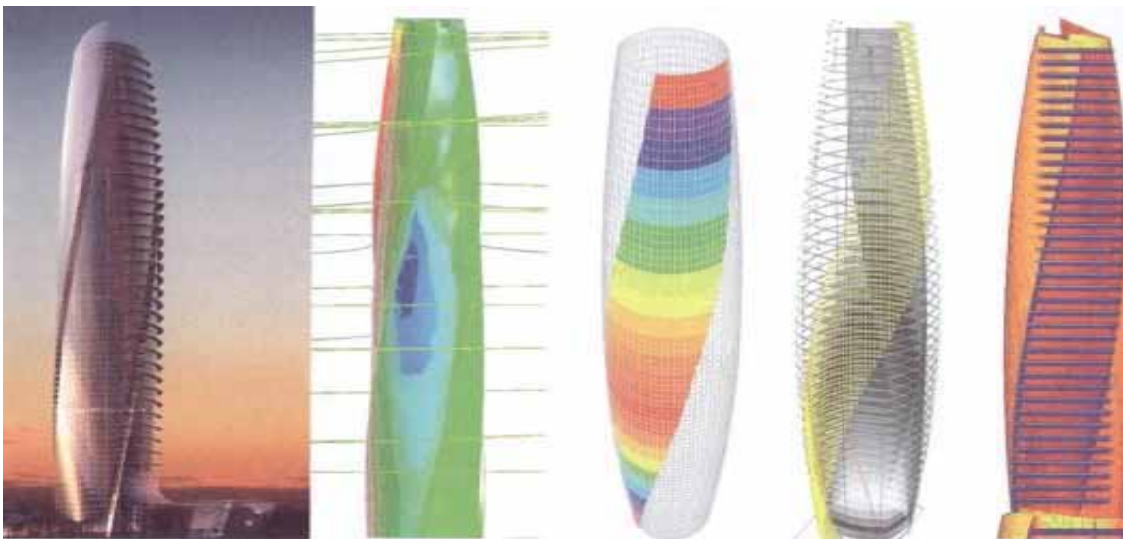


fig. 77. Modelo digital, *Evaluación ambiental*.

Lo significativo es que, aunque hay suficiente información sobre diversas metodologías para desarrollar proyectos, para el análisis de obras de arquitectura y para su evaluación, sólo se ha logrado avanzar en algunas escuelas, o en la práctica profesional. Una explicación es que se supone que la manera ordenada de analizar, o de realizar un proyecto, va en contra de la "libertad" creativa que exigen muchos arquitectos.

Sin embargo, lo que es muy claro es que el avance de las nuevas tecnologías está modificando -y modificará aún más- la actividad de los arquitectos. Ese avance es muy significativo en la industria de la construcción y abarca todas las etapas en las que deben de participar los arquitectos; de manera que los que no se sumen, no se adapten, o no participen en estas innovaciones, como se mencionó en el subcapítulo 8º. verán paulatinamente reducidas sus oportunidades de trabajar en un entorno de cambios rápidos y de fuerte competencia profesional.

### ***b. Evaluación del impacto ambiental.***

Es evidente que la importancia del impacto ambiental de los edificios demanda un cambio en la metodología y los contenidos educativos. El valor que tiene en nuestra civilización la arquitectura -los edificios- se comprende por su impacto en el consumo mundial de energía; que es del 30% del total. Además de que, en cualquier edificio, entre el 40 y el 50% de la energía que consume está determinado por su diseño. Eso comprueba que en los principales *Centros de Diseño* la evaluación del impacto ambiental de las edificaciones es uno de los principales objetivos de investigación, que se realiza desde el inicio del desarrollo del proyecto, y se continúa en su construcción y mantenimiento: *La simulación ambiental impacta el proceso de diseño y facilita nuevos modelos de colaboración entre diseñadores, consultores e instituciones académicas. Recientemente se ha producido un nuevo tipo de especialistas y profesionistas que evalúan el impacto ambiental de los edificios, y muchas oficinas han conformado grupos que se enfocan a un diseño basado en la sustentabilidad y el desempeño (performance) de los edificios. Esos grupos trabajan simultáneamente en muchos proyectos -desde las primeras etapas- para definir estrategias de diseño. Desarrollan y evalúan nuevas tecnologías, usando un criterio científico para desarrollar edificios de alta calidad que sean confortables y tengan un impacto positivo en el entorno. Para poder responder a los complejos requerimientos de la sustentabilidad los grupos de especialistas se relacionan con instituciones educativas y con laboratorios de investigación. Las nuevas tecnologías son evaluadas en proyectos reales; y se han desarrollado programas de software para evaluar la forma y el ciclo de vida de edificios, desde las primeras etapas de su diseño (42).*

Robert Fleming, miembro del *Programa de diseño sustentable* -en la Universidad de Filadelfia- mencionó recientemente: *Los profesores tienen la esperanza para un futuro sustentable en las manos de sus alumnos; y el tiempo para empezar es ahora (43).*

*Algunos grupos han aprovechado los patrones que son comunes en los ecosistemas para aplicarlos en sus diseños (Geniusofbiome)*



(Green DesignStrategy Manual) y en una web (High Performance Design), que almacena datos de muchos proyectos, en diferentes etapas del diseño, para que los especialistas de otros grupos los puedan utilizar(44).



fig. 78. Características del diseño sostenible.

### **c. Modelos de simulación del desempeño.**

Con el extraordinario desarrollo de los programas electrónicos se ha logrado evaluar los proyectos, por medio de la simulación con modelos, utilizando la visualización de su desempeño (*performance visualization*) bajo diversas condiciones: *Actualmente las etapas en el desarrollo del proyecto se han reducido. Es muy importante usar programas de cómputo para realizar la evaluación del desempeño del edificio que se proyecta; porque se pueden realizar simulaciones en poco tiempo para detectar mejores alternativas para ventilar, iluminar, evitar el asoleamiento y el calor, o medir el impacto del viento* (45).

Mediante la integración de grupos de diseñadores y especialistas, dependiendo del tipo de proyecto, se pueden señalar tres etapas en la evaluación del desempeño:

1ª. Se definen los criterios que se requieren para aumentar la sustentabilidad del edificio, que determinarán su diseño, forma, fachadas, espacios y procesos constructivos.

2ª. Se evalúan los modelos digitales generados, con los criterios definidos anteriormente, hasta lograr una solución satisfactoria.

3ª. Se desarrolla el proyecto, y a partir de la mejor evaluación se generan alternativas que incluyen la forma del edificio, el diseño de la estructura y los criterios ambientales para optimizar el proyecto.

Es evidente que, con la acumulación de experiencias en la evaluación del impacto ambiental y la simulación del desempeño del edificio, se logran avances significativos que el tradicional método de prueba y error no puede lograr. Un ejemplo de aplicación de sistemas de modelación tridimensional para evaluar, mediante programas BIM, su desempeño es el desarrollo del edificio Terminal del nuevo *Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México*.

Se han desarrollado también programas para evaluar el desempeño de edificios ya construidos, y su ciclo de vida, por medio de mediciones precisas que generan gran cantidad de información que se puede utilizar en nuevos diseños. *Aunque los especialistas están trabajando para reducir el consumo de energía en la operación de los edificios, muy pocos tienen la experiencia para analizar los impactos en el ambiente y en la salud, de sus técnicas constructivas y materiales. La evaluación del ciclo de vida del edificio es aún una práctica difícil para los grupos de especialistas, porque no hay programas sencillos para hacerlo. Sin embargo, ya hay algunos que permiten evaluar la cantidad de energía y el impacto que un proyecto tiene, usando programas BIM* (46).

Lo que se inició como una moda al proponer una *arquitectura verde*, se ha convertido ya en una metodología de trabajo que utilizan grupos profesionales interdisciplinarios grandes o pequeños: *Según recientes análisis, el número de especialistas que asesoran en despachos de arquitectos reconocidos ha aumentado a un 6% del total. Lo que es evidente es que, aunque el despacho sea pequeño, es necesario que actualice su trabajo incorporando la evaluación del desempeño y eficiencia de sus obras; por lo que se puede decir que el impacto de estos grupos de especialistas en la práctica de la arquitectura es fundamental, y tiende a serlo más* (47).

La evaluación de las edificaciones se realiza también en su mantenimiento y seguridad; mediante programas electrónicos que permiten integrar la información generada en los modelos digitales y el monitoreo de instalaciones y equipos (48).

Es importante señalar que el impacto ambiental no es el único de los aspectos que hay que considerar para definir la sostenibilidad de un edificio; pues sus impactos sociales y económicos son también fundamentales. Al redefinir la arquitectura como disciplina que incorpora no sólo la forma arquitectónica sino también sus efectos económicos y socioculturales, la actividad de investigación aplicada puede ampliarse, actualizarse y complementarse.



#### ***d. Ciclo de vida de las edificaciones:***

Por su importancia para la enseñanza y la práctica profesional es básico que las investigaciones realizadas en el *Centro de Diseño* consideren, desde la etapa de proyecto, todo el ciclo de vida de las edificaciones -o de los artefactos- y sus impactos ambientales y económicos.

Los períodos de vida de los edificios son:

- Duración larga / 75-100 años: estructura portante.
- Duración media / 30-50 años: componentes o elementos arquitectónicos
- Duración corta / 15-25 años: equipos, instalaciones de agua, drenaje, eléctricas, a/c, mecánicas, y sistemas de control y seguridad.  
Superficies: fachadas, cancelas, pavimentos, plafones, paneles, recubrimientos.

Es sorprendente que, con los millones de edificios construidos no se tenga una mayor atención en la enseñanza y en la práctica profesional sobre su conservación y mantenimiento; que año tras año representa un mercado de enormes oportunidades y recursos (49).

#### ***e. Proyectos de investigación aplicada.***

- *Catálogo de tesis de diseño en posgrado.* Es fundamental contar con un catálogo actualizado de las tesis de posgrado que se han presentado en la División de CyAD para realizar cualquier investigación. Además, eso permite que el acervo se difunda fuera de la Universidad; por medios electrónicos de consulta.

- *Planeación urbana:* en el diseño urbano se ha tenido un enorme avance con la aplicación de modelos y programas electrónicos, que han contribuido a que se puedan evaluar con mayor objetividad las alternativas. Los *Modelos de simulación* -que integran usos de suelo, vialidad y transporte, con actividades económicas y sociales- los *Modelos para localización óptima (análisis de umbrales)*- y los modelos de simulación para resolver problemas específicos de vialidad, transporte o de zonificación, son algunas de las alternativas que se pueden analizar usando programas electrónicos que permiten generar alternativas en la ciudad -para diferentes actividades y usos- con el fin de decidir la que tiene los menores costos de inversión en su localización, construcción, operación y mantenimiento; por medio del análisis de gran cantidad de datos (*Big-Data*).

Un ejemplo de investigación aplicada en planeación urbana es el *Programa Universitario de Estudios Metropolitanos*, de la unidad Xochimilco de la Universidad Autónoma Metropolitana, que ha realizado Planes de desarrollo urbano mediante convenios con instituciones.

- *Energía Solar*. El potencial de energía solar es la mayor esperanza para aplicarla en el diseño de edificios.

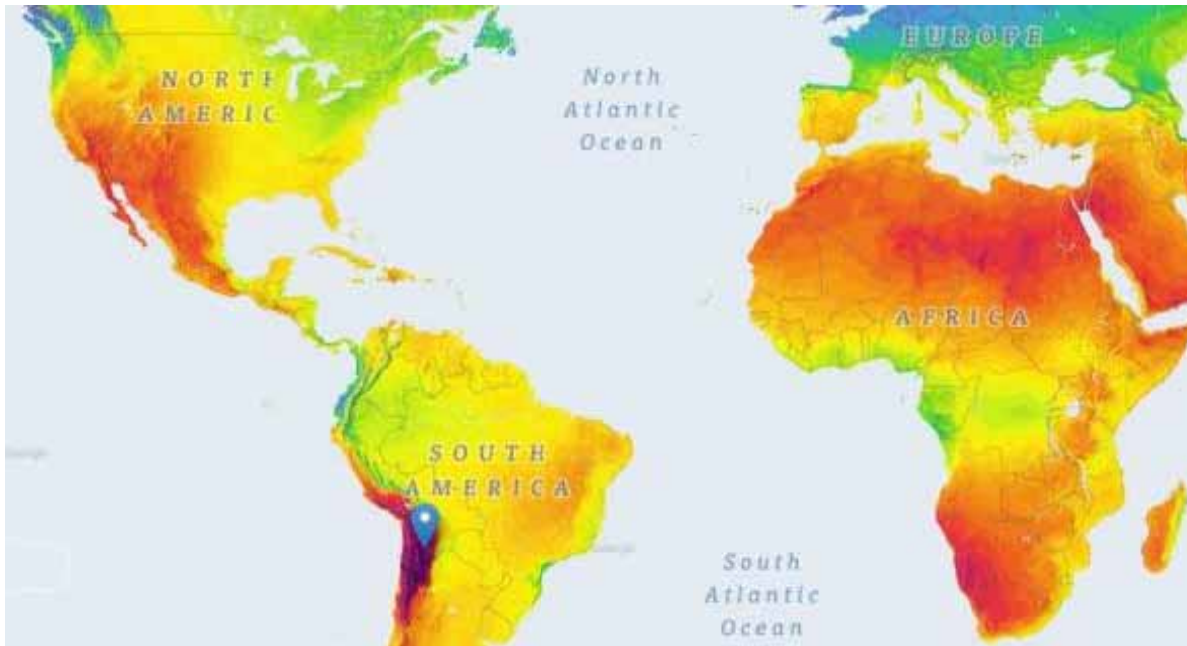


fig. 79. *World Solar Atlas*

Recientemente el Banco Mundial, de manera gratuita, ofrece el *World Solar Atlas* que ayuda a identificar sitios potenciales para la generación de energía solar en prácticamente cualquier parte del mundo; y tiene la capacidad de detallar las áreas con gran precisión (con una resolución de un km<sup>2</sup>).

- *Taller de cubiertas y estructuras*. Las investigaciones más importantes se han realizado en talleres y laboratorios de universidades, y por algunos arquitectos o ingenieros. La tendencia es conformar grupos -de *arquingeniería*- que puedan desarrollar series continuas de proyectos, y no sólo proyectos aislados. La actividad del Taller de estructuras de la División de CyAD Azcapotzalco es un valioso antecedente en este sentido.

- *Diseño de prototipos*. El *Instituto Globally Transformative Technologies* clasificó los 50 proyectos científicos y tecnológicos necesarios para un desarrollo global sostenible. El no. 8 son nuevos prototipos de casas con materiales de construcción económicos,

durables y ligeros, con sistemas de iluminación con celdas solares. El No. 18 es un prototipo de clínica médica, fácil de operar y con sistema eléctrico a base de celdas solares. El No. 44 son prototipos para casas económicas y resistentes a condiciones climáticas extremas (50).

- *Elementos arquitectónicos y materiales.* La investigación aplicada sobre elementos y materiales se ha revolucionado, desde las tradicionales maquetas, al desarrollo de prototipos y su fabricación con nuevas tecnologías electrónicas; un ejemplo notable fue su aplicación en el pabellón de Inglaterra en Shanghai 2010.

### ***Un principio de esperanza.***

Es posible una visión optimista sobre la situación de la arquitectura si se utilizan las diversas alternativas que se requieren para promover la investigación aplicada, en un entorno de cambio acelerado y constante; que constituye un *principio de esperanza* para asegurar que esta situación puede cambiar, mediante un esfuerzo colectivo para transformar creencias anacrónicas (51).

El principio de esperanza es que el potencial de la práctica de la arquitectura, como actividad colectiva y participativa, pueda contribuir a que los arquitectos colaboren progresivamente en la reapropiación social de la ciudad, de sus espacios, y de los edificios. Esa esperanza tiene que surgir de la misma profesión e implica enfrentar el futuro para modificar la inercia en la enseñanza, la práctica y la investigación de la arquitectura; integrándola al diseño como una sola actividad y no, como se supone ahora, como actividades separadas.

En el subcapítulo anterior se presentó el entorno de cambios acelerados que se dará en un futuro, que ya nos alcanzó. La pérdida masiva de puestos de trabajo es sólo uno de esos cambios, que el *Foro Económico Mundial* estimó, a principios de 2017, en cinco millones que se perderán de aquí al 2020(52). La tecnología -aplicada globalmente- es la mayor fuerza en estas transformaciones. Hay claras evidencias de que la profesión ha sido marginada con tecnologías avanzadas que dominan la actividad constructiva, como la automatización, o la impresión en 3D, que aumentarán su impacto disruptivo en muchos procesos, sin que la mayoría de los arquitectos se hayan adaptado a esos cambios.

Ante esa situación, el arquitecto Thomas Fisher del *College of Design* de la Universidad de Minnesota ha señalado la importancia de integrar las actividades del arquitecto y el diseñador: *Estamos en medio de una modificación de la economía que requerirá una igualmente dramática transformación de la educación en arquitectura... el mayor valor en el futuro surgirá de la innovación y la creatividad, las*

*habilidades básicas de la educación en arquitectura. En esta nueva economía será mejor valorado y más recompensado ser un diseñador, que un arquitecto... y entre más abiertos estén los diseñadores en la aplicación de su conocimiento, mayor demanda tendrán. Como resultado de esto, y a diferencia de lo que existe actualmente en nuestros programas, la educación en nuestras escuelas tendrá mayor interdisciplinariedad, y una forma de trabajo basada en evidencias (53).*

La reciente publicación de la revista *Domus* sobre las 100 mejores escuelas de arquitectura y diseño señala: *Las escuelas de arquitectura se enfrentan hoy a cambios que quizá requieran una interpretación diferente sobre su necesidad de existir. La profesión liberal -que comenzó con la Academia Real de Arquitectura de París- está llegando a su fin (54).*

Beatriz Colomina, de la Universidad de Princeton, ha señalado también la urgencia de una transformación radical de la enseñanza: *La pedagogía en arquitectura se ha paralizado... las estructuras curriculares apenas han cambiado en las décadas recientes, a pesar de las transformaciones en la creciente globalización de la cultura de la información y la tecnología... Como parece que las escuelas favorecen crecientemente la profesionalización, se ahogan en un burocratismo auto-impuesto, que sofoca cualquier posibilidad de que surjan prácticas experimentales. Son pocos intentos de despertar, pero son muy tímidos. Realmente no son innovaciones. Enfatiza además que es necesaria: ...una pedagogía radical ...esa fase crítica cuando un nuevo sistema se usa para destruir un viejo sistema (55).*

Por eso, es necesario -como lo planteamos al principio- volver al origen, a la *raíz*, para proponer alternativas en la educación, la práctica y la investigación de la arquitectura y el diseño. Ese trabajo está por realizarse, y por eso es importante reiterar que la mayoría de las alternativas y propuestas que se han expuesto han surgido como resultado de la actividad y experiencia profesional de muchos arquitectos y diseñadores, para mejorar su trabajo y para apoyar la formación de sus estudiantes. Esa será -necesariamente- una tarea colectiva, porque hay que recordar que:

*Si no eres parte de la solución, entonces eres parte del problema.*

## **Notas.**

1. Calestous J. (2016) *Innovation and its enemies: why people resist new technologies*. Oxford University Press, p.18
2. BaumanZ. (2009) *Los retos de la educación en un mundo líquido*. México, Gedisa

3. Castells M. (2015) *Redes de indignación y de esperanza*. Madrid, AlianzaEditorial  
 Borja J. [plataformaurbana.cl/.../opinion-smart-cities-negocio-poder-y-ciudadania-parte-i-por-jordi-borja/](http://plataformaurbana.cl/.../opinion-smart-cities-negocio-poder-y-ciudadania-parte-i-por-jordi-borja/)
4. Sánchez Antuñano J. / Gutiérrez M. (1976) *Contra un diseño dependiente*. México, Editorial Edicol, 7o. Capítulo  
 En la Expo-CyAD Azcapotzalco se muestran -trimestralmente- los proyectos de las tres áreas del diseño
5. Allen S. [placesjournal.org/article/the-future-that-is-now/](http://placesjournal.org/article/the-future-that-is-now/)
6. Sánchez Antuñano J. / Gutiérrez M. Op. cit. p.287-303
7. Cuff D. (1995) *Architecture: history of practice*. Cambridge, MIT Press, p.247-263
8. De la Torre S. (2003) *Dialogando con la creatividad*. Barcelona, Ediciones Octaedro, p.172 y 276-278
9. Gil Antón M. (2016) *Maestros improvisados*. El Universal, 8 octubre
10. Aguirre Osete M. (1998) *El arquitecto: un enfoque para su formación*. México, UNAM / Universidad Anáhuac
11. Stanford University Report. (2016) *Artificial intelligence and life in 2030*
12. Entrevista con el Director de la División CyAD, Dr. Aníbal Figueroa, septiembre 2016
13. Laurillard D. (2012) *Teaching as a design science*. Nueva York, Routledge, p.211-226
14. Buchanan P. (2012) *Education in architecture*. The Architectural Review, october
15. *Technology and Design University*, Melbourne.  
[bdes.unimelb.edu.au](http://bdes.unimelb.edu.au)
16. The Architectural Review. (2015) *Bartlett School of Architecture: 175years of architectural education*. Londres

17. Allen S. (2012) *Architecture education in North*. Places Journal, March
18. Steinitz C. / Canfield T. / A. Figueroa A. / Tovar I. / Castorena G. (2014) *AzcapotzalcoGeodesignWorkshop*.  
Steinitz C. (2012) *GeoDiseño*. Redlands, Cal. Esri Press
19. Frederick Ch. (1915) *Household engineering: scientific managemen in the home*, Nueva York
20. Klein A.(1980)*Vivienda mínima: 1906-1957*. Barcelona, Gustavo Gili
21. Sergeant J. (1984) *Frank Lloyd WrightUsonian Houses*.Nueva York, Watson-Guptill
- 22.*Kitchen & bathroom planning guidelines*. (2016) Nueva York. John Wiley
- 23.*Cambridge Design Research Studio*. martincentre.arct.cam.ac.uk
- 24.Stanford.d.school
25. Leibinger B. /2009) *An atlas of fabrication*.Londres, AA Publications
26. Lynn G. / Foster Gage M. (2010) *Composite surfaces and software: highperformance architecture*. New Haven, Yale School of Architecture
27. Oxman N. (2015) *Evolution by design*.MIT Media Lab
28. jods.mitpress.mit.edu/pub/designandscience La propuesta del *Media-Lab* coincide con la del *Instituto deEducación* de la Universidad de Londres, que planteó el proceso deenseñanza como una *ciencia* del diseño.
29. newschool.edu/design-studies
30. Justice L. (2006) *Product design education in China*. School of Design, Hong Kong Polytechnic University
31. Kara H / Georgoulas A. (2012) *Interdisciplinary design: new lessonsfromarchitecture & engineering*.Cambridge, Harvard



University Graduate School of Design

Fraser M. (2013) *Design research in architecture*, Surrey, Ashgate

Hensell M. / Nillson F. (2016) *The changing shape of practice: integrating research and design in architecture*. Nueva York, Routledge

32. [designcouncil.org.uk](http://designcouncil.org.uk) / [bdc.es](http://bdc.es) / [designsingapore.org](http://designsingapore.org)

33. Ranking QS 2015-2016

34. Roff S. / Rashed-Ali H. (2009) *Leadership in architectural research*. Enquiry Vol. 6, No. 2

35. [gsd.harvard.edu/message-from-the-dean/](http://gsd.harvard.edu/message-from-the-dean/)

36. [academiaxxii.unam.mx](http://academiaxxii.unam.mx)

37. Kara H / Georgoulas A. Op. cit. p.224-277

Algunas universidades tienen la licenciatura de arquitecto-ingeniero.

El término *arquingeniería* fue propuesto por el arquitecto Helmut Jahn y el ingeniero Werner Sobek. [jahn-us.com](http://jahn-us.com)

38. UAM- Azcapotzalco (2012) Casa abierta al tiempo. México, p. 56-57 y 190-192

39. Bonsiepe G. *Between favela chic and autonomy: the state of design in the Latin american periphery*.

40. Sánchez Antuñano J. (2017) *El límite de la Era Industrial*. Prospectiva del Posgrado CyAD-Azcapotzalco, [jsdea@yahoo.com](mailto:jsdea@yahoo.com)

41. St. John Wilson C. (1995) The other tradition of modern architecture. Londres, Academy Editions

42. United Nations Environment Programme. (2009) *Buildings and climate change*. p.3

Se calcula que si no se actúa para prevenirlas, las emisiones tóxicas de los edificios pueden duplicarse en los próximos 20 años.

43. Fleming R. (2013) *Design education for a sustainable future*, Londres, Routledge/earthscan

44. Kara H / Georgoulas A. Op. cit. p. 31-37

45. Naboni E.(2014) *Sustainable design teams*. Munich, Detail, 01, p.68-73  
Sosa Medina R. D.(2007) *Tecnologías computacionales para el diseño en el inicio del siglo XXI*. México, Revista *Cuestión de diseño* no. 4 UAM. *El diseñador puede dejar atrás su actual papel pasivo de usuario de las herramientas computacionales para convertirse en desarrollador o bien co-desarrollador de tecnologías digitales para el diseño.*
46. Naboni E. Idem.
47. Idem
48. archaio.com  
Algunas compañías y grupos han desarrollado diversos programas:  
dagslysenovering.dk  
arearesearch.org  
biomimicry 3.8  
case.rpi.edu  
aplause.dk  
hok.com/thought-leadership/genius-of-biome/  
som.com/books/sustainable3.html  
grasshopper3d.com/group/ladybug  
aec-apps.com/  
carbonbuzz.org/  
somhpd.com/eatool/
49. Sample H. (2016) *Maintenance architecture*. MIT Press, 2016
50. 2014 LIGTT, Institute for Globally Transformative Technologies  
ligtt.org/50-breakthroughs
51. Subirats R. E. (1988) *La cultura como espectáculo*. México, Fondo de Cultura Económica, p.203-216
52. elpais.com/elpais/2017/04/28/planeta\_futuro/1493380973\_534460.html
53. Fisher T. R. (2009) *The forces that will change architectural education*. Enquiry, vol. 6, No. 1
54. *Domus* no.1008, supplement. (2017) *Europe's top 100 schools of architecture and design*.
55. Colomina B. (2017) *Education*. Londres, The Architectural Review,

January

**Antonio Toca Fernández**

Arquitecto. Universidad Iberoamericana, México

- 2013 Tesis de Maestría: *Arquitectura: transformaciones en la enseñanza*  
Universidad Autónoma Metropolitana
- 2010-2012 Director de obras. Universidad Autónoma Metropolitana
- 2005- Profesor titular. (1975-1986) Universidad Autónoma Metropolitana
- 2000-2004 Gobierno del Estado México. Director General de Proyectos  
Estratégicos
- 1995-2000 Instituto Mexicano del Seguro Social. Director de proyectos
- 1993-1994 Megaland SA. / Grupo Situr. Director de Planeación y Proyectos
- 1987-1992 Sub-Secretario de Desarrollo Urbano. Gobierno del Estado de  
Sinaloa
- 1982-1986 Director División de Ciencias y Artes del Diseño, Azcapotzalco
- 1978-1982 Jefe del Departamento de Investigación CyAD Azcapotzalco
- 1974-1978 Profesor en el Departamento de Investigación CyAD Azcapotzalco

### **Distinciones y premios:**

- 2018 Miembro del Jurado. XV *Bienal de arquitectura*, México
- 2015 Presidente del Jurado. *Premio CEMEX*, Monterrey
- 2010 Miembro del Jurado. XI *Bienal de arquitectura*, México
- 2008 Jurado VI *Bienal Iberoamericana de arquitectura y Urbanismo*. BIAU,  
Madrid / Lisboa
- 2006 Miembro del Jurado V *Bienal Iberoamericana de Arquitectura y  
Urbanismo*. Madrid / Montevideo
- 2000 Miembro del Jurado II *Bienal Iberoamericana de Arquitectura y  
Urbanismo*. Madrid / México
- 1999 Premio Nacional Mario Pani. Colegio de Arquitectos de México
- Miembro de la *Academia Nacional de Arquitectura*
- 1996-1998 *Sistema Nacional de Creadores*. Jurado
- 1994 Mención de honor. III *Bienal de arquitectura* en México.

*Centro de Ciencias de Sinaloa*  
Mención de honor. III Bienal de arquitectura en México  
*Congreso del Estado de Sinaloa*

1993 Jurado en el *Sistema Nacional de Creadores*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. CONACULTA

1984-1986 Miembro del *Sistema Nacional de Investigadores*.

**Publicaciones:**

2017 *Bauhaus: mito y realidad*. Universidad Autónoma Metropolitana, Biblioteca Básica

2010 *Gesto, identidad y memoria: la escultura, un lenguaje para la historia de México*. Conaculta / Museo Nacional de San Carlos (co-autor)

2009 *La arquitectura precolombina: México y Centroamérica*. (co-autor) Jaca Book / INAH, México / Tikal Ediciones, Madrid

2004 *Origen textil de la arquitectura*. Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas. No. 85, Universidad Autónoma de México p.61-73

1998 *Arquitectura y ciudad*. Instituto Politécnico Nacional, México.  
*América latina: nueva arquitectura*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona  
*Arquitectura en México: diversas modernidades*. Vol. 2 Instituto Politécnico Nacional, México

1996 *Arquitectura en México: diversas modernidades*. Instituto Politécnico Nacional, México

1994 *Casas Latinoamericanas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona / España

1993 *México: nueva arquitectura 2*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona / España

1992 *Arquitectura moderna en México*. Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas No. 27-28. Buenos Aires,

1991 *México: nueva arquitectura*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona / España

1990 *Nueva arquitectura en América Latina*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona / España

1989 *Arquitectura contemporánea en México*. Universidad Autónoma Metropolitana-Gernika,

- La ciudad Iberoamericana.* Generalitat Valenciana, España, México
- 1986 *Más allá del posmoderno.* Editorial Gustavo Gili, México
- Barragán: obra completa.* Tanaís, Sevilla (co-autor)  
*Barragán: complete works,* Princeton Architectural Press, New York
- 1984 *The library of Babel.* Architecture+Urbanism No. 163, Tokio, Japan  
*La biblioteca di Babele.* Domus No. 648, Milan

### **Principales proyectos y obras:**

- 2010-2015 *Unidad - 310* Trasplantes, Gastroenterología, Cirugía, Quirófanos y  
 Terapia intensiva. Hospital General de México
- Unidad -503* Hospital de Cardiología-Neumología  
 Hospital General de México
- 2008 *Pabellón Latinoamérica.* Expo-Agua - Zaragoza 2008
- 2007 *Capilla. Instituto de Estudios Superiores de Tamaulipas.*  
 Altamira, Tamaulipas
- 2005 *Nueva Biblioteca Pública del Estado de Jalisco*
- 2004-2005 *Pabellón de México* en Aichi, Japón, Concurso público 1er. Lugar
- 2002 *Concurso Centro Nacional de Comunicaciones.* SSP
- 2000 *Concurso Pabellón de México.* Hannover, Alemania,
- 1997-1999 Coordinador de la remodelación del edificio Central del *Instituto Mexicano del Seguro Social.* Reforma No. 471, México DF.
- 1992 *Congreso del Estado.* Culiacán, Sinaloa  
*Centro de Ciencia y Tecnología.* Culiacán, Sinaloa  
 Bibliotecas públicas. Bamoa, Costa Rica y Aguaruto, Sinaloa
- 1991- *Plan Tres Ríos.* Plan parcial de desarrollo urbano, Culiacán, Sinaloa
- 1987 *Plan Estatal de Desarrollo Urbano.* Sinaloa